电力大数据应用工程
技术原理与案例分析

陈文康　著



清華大学出版社

电力大数据应用工程
技术原理与案例分析

陈文康　著



清華大學出版社
北　京

内 容 简 介

本书基于国家电网有限公司系统SG186和SG-ERP等重大信息化工程的设计、项目建设及组织应用全过程，总结了多项重大信息化项目的经验，运用了信息化与大数据应用技术的理论，力求反映电力信息化与大数据应用工程技术的最新成果。

全书共分9章，主要内容包括绪论、电力大数据应用工程技术基础理论、电力大数据应用工程技术基础知识、电力业务数据应用工程技术与案例分析、电力云数据中心工程技术与案例分析、电网GIS平台数据工程技术与案例分析、变电站智能化数据平台技术与案例分析、大型电力企业国际业务数据工程与案例分析、智能车联网数据管理平台技术与案例分析。

本书理论联系实际，通过电力大数据应用工程技术的实际案例，提出了电力信息化与大数据应用工程领域的解决方案。本书可作为高等院校、能源电力等行业的培训教材，也可作为企事业单位领导及从事电力信息化与大数据应用工程的负责人、管理人员以及工程技术人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

电力大数据应用工程技术原理与案例分析 / 陈文康著. —北京：清华大学出版社，2019
ISBN 978-7-302-52055-9

Ⅰ. ①电… Ⅱ. ①陈… Ⅲ. ①数据处理—应用—电力工程 Ⅳ. ①TM7-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 008178 号

责任编辑：杨如林
封面设计：杨玉兰
责任校对：徐俊伟
责任印制：刘海龙

出版发行：清华大学出版社
网 址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084
社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 装 者：三河市龙大印装有限公司
经 销：全国新华书店
开 本：185mm×260mm 印 张：23 字 数：530 千字
版 次：2019 年 5 月第 1 版 印 次：2019 年 5 月第 1 次印刷
定 价：69.00 元

产品编号：079260-01

前　　言

信息技术与经济社会的交汇融合引发了数据迅猛增长，数据已成为国家基础性战略资源。大数据是以容量大、类型多、存取速度快、应用价值高为主要特征的数据集合，正快速发展为对数量巨大、来源分散、格式多样的数据进行采集、存储和关联分析，从中发现新知识、创造新价值、提升新能力的新一代信息技术和服务业态。大数据正日益对全球生产、流通、分配、消费、经济运行机制、社会生活方式和国家治理能力产生重要影响。近年来，大数据不断地向社会各行各业渗透，使得大数据的技术应用创新已超越技术本身而备受青睐。大数据技术可以为每个领域带来变革性影响，并且正在成为各行各业颠覆性创新的原动力和助推器。

电力大数据涉及发电、输电、变电、配电、用电、调度各环节，是跨单位、跨专业、跨业务数据分析与挖掘以及数据可视化。现在，电力大数据理念、技术和方法在电力行业已得到广泛应用。电力大数据由结构化数据和非结构化数据构成，随着智能电网建设和物联网的应用，非结构化数据呈现出快速增长的势头，其数量将大大超过结构化数据。电力大数据的应用一方面是与宏观经济、人民生活、社会保障、道路交通信号融合，促进经济社会发展；另一方面是电力行业或企业内部跨专业、跨单位、跨部门的数据融合，提升行业、企业管理水平和经济效益。

本书基于国家电网有限公司系统SG186、SG-ERP 等重大信息化工程设计、项目建设及组织应用全过程，总结多项重大信息化项目的经验，运用信息化与大数据应用技术理论，全面分析了国内外电力信息化现状与发展趋势、电力大数据应用工程技术、电力业务数据应用工程技术、电力云数据中心工程技术、电网GIS平台数据工程技术、变电站智能化数据平台技术、大型电力企业国际业务数据工程、智能车联网数据管理平台技术，力求反映电力信息化与大数据应用工程技术的最新成果。理论联系实际，通过电力大数据应用工程技术实际案例，提出了电力信息化与大数据应用工程领域的解决方案。

本书内容全面，实例丰富，讲解通俗易懂。读者通过本书可以学习电力信息化及大数据应用工程基本理论，掌握电力信息化及大数据应用工程组织、管理的实践方法、系统应用。本书是电力行业电力信息化及大数据应用工程技术的培训教材，可作为高等院校信息

化及大数据应用工程学科的辅助教学用书，也可供信息化及大数据应用工程技术从业人员作为指导用书，还可供信息化及大数据应用工程研究人员作为参考用书。

衷心感谢国家电网有限公司信通部领导及有关省、市电力公司科技部和信通公司对本书提供的大力支持，衷心感谢国网信息通信有限公司、中国电科院、国网电科院等科研院所的专家给予的指导帮助，衷心感谢辽宁省电力有限公司教授级高级工程师潘明惠博士对本书的编撰、修改、出版付出的辛勤劳动，衷心感谢天津市普迅电力信息技术有限公司工程技术人员为本书的出版做出的巨大贡献。

由于时间仓促，作者水平有限，书中的内容难免有欠妥之处，敬请读者批评与指教。

陈文康

目　　录

第1章
绪　　论

本章的主要内容包括大数据技术的背景与意义，国内外大数据技术的应用历程及发展趋势，我国电力大数据技术的应用历程，电力大数据应用系统工程的发展趋势。



1.1 大数据技术的背景与意义

随着科学技术的迅速发展与网络信息技术的不断革新，新的应用需求对网络数据信息处理技术的创新发展提出了更高的要求，大数据技术是近年来为了适应时代发展需求应运而生的新型网络数据技术。当前大数据技术正处于蓬勃发展的上升时期，为了更好地发挥大数据技术在数据管理与计算中的作用，针对大数据技术的发展现状和应用前景进行了深入分析，并对未来应用前景进行具体的规划研究。

1. 大数据技术的研究发展现状

当前大数据技术的研究发展状况主要体现在基础理论、关键技术、应用实践、数据安全4个方面。

（1）在基础理论方面，当前学界对于大数据技术的科学定义、结构模型、数据理论体系等基本问题并没有确切的认识和判定标准，在数据质量和数据计算效率的评估活动中，也缺乏一个统一的标准，这就直接造成了技术人员在数据质量评价活动中工作效率低下等问题。

（2）在关键技术研究方面，大数据格式的转化、数据转移和处理等问题是亟须处理的核心问题。由于大数据的异构性和异质性特征，这就决定了提高大数据格式转化的效率成为增加大数据技术应用价值的必经途径；而提升大数据计算能力的关键在于提高数据的转移速率，这就要求技术人员要及时对大数据进行整合与处理。在大数据的处理中，数据的重组与错误数据的再利用都是有效提高大数据应用价值的措施。

（3）在应用实践研究方面，目前大数据在实际中的研究应用主要体现为数据管理、数据搜索分析和数据集成。其中，数据管理主要用于大型互联网数据库和新型数据储存模型与集成系统中，而数据搜索分析则多用于模型社交网络中，数据集成则通过将不同来源和不同作用的数据进行整合，从而开发出整体数据库新的功能，目前正处于研究发展的起步阶段。

（4）在数据安全方面，大数据技术的用户隐私和数据质量问题是当前数据安全研究工作的重点。一方面，大数据技术下用户隐私更容易被获取，信息泄露风险更大；另一方面，大数据由于在准确性、冗余性、完整性等方面的偏差，数据质量问题不可避免，亟须

开发应用相应的数据自动检测修复系统。

2. 大数据技术发展中面临的问题

当前大数据技术在发展过程中所面临的问题主要有两点。首先，现有的IT技术架构无法适应大数据技术的发展要求。科学技术的迅速发展推动了企业在数据生成、储存等方面的长足进步，一方面，企业爆炸式的数据增加加剧了原有数据存的存储压力；另一方面，大量的数据给传统的数据分析处理技术带来巨大挑战。这就要求IT行业必须及时革新数据储存和分析处理能力，重构IT技术架构以满足大数据的技术需求。其次是传统信息安全措施的失效。传统信息安全措施只能在一定程度上保护单个用户在单个地点的单一行为隐私信息，而在大数据技术的网络环境下，单个用户的不同行为信息从不同独立地点在网络数据中汇聚，就很可能造成隐私泄露的问题，这就加大了大数据环境下对动态数据利用和隐私保护的难度。

3. 大数据技术应用前景展望

1）数据的资源化

在大数据技术中蕴含着丰富的数据信息资源，它们的科学有效应用能够切实为企业带来巨大的经济产值，产生更多经济收益。因此，要利用好信息资源就要进一步开放研究大数据技术。信息资源的有效应用离不开先进的数据技术和信息化思维，网络技术人员应当将传统信息资源的开发管理方法与大数据技术有机地结合起来，通过将不同数据集进行重组和整合，发挥旧数据集所不具有的新功能，从而为企业创造出更多的价值。掌握了数据资源处理技术的企业，在未来还能够通过将数据使用权进行出租或者转让等方式获取巨大的经济收益。

2）科技的交叉融合

大数据技术的发展不仅能够将网络计算中心、移动网络技术和物联网、云计算等新型尖端网络技术充分地融合成一体，促进不同科学技术的交叉融合，同时能够促进多学科的交叉融合，充分发挥出交叉学科和边缘学科在新时代的新功能与效用。大数据技术的长足进步与发展既要求工程技术人员要立足于信息科学，通过对大数据技术中的信息获取、储存、处理等各方面的具体技术进行创新发展，也要将大数据技术与企业管理手段结合起来，从企业经营管理的角度研究分析现代化企业在生产经营管理活动中大数据技术的参与度及其可能带来的影响。在一些需要处理和应用到大量数据的信息部门，企业一方面要着力提高大数据技术的应用水平，另一方面要及时引进跨学科人才，充分发挥多科学与交叉性学科在本部门的参与度。

3）以人为本的大数据技术发展趋势

科学技术的使用主体归根结底是人，虽然在大数据技术支撑的网络信息环境下，信息数据的及时流通与整合能够满足人类生产生活的所有信息需求，能够为人的科学决策提供有效指导，但大数据技术终究无法代替人脑。这就要求大数据技术在发展过程中要坚持以

人为本的基本原则，重视人的地位，将人的生产活动与网络大数据虚拟关系结合起来，在密切人与人之间的交流的同时，充分发挥每一个独立个体的个性和特长。

1.2 国内外大数据技术的应用历程及发展趋势

本节介绍发达国家大数据技术的应用历程及发展趋势、我国大数据技术的应用历程及发展趋势。

1.2.1 发达国家大数据技术的应用历程及发展趋势

1. 国际大数据战略决策

纵观世界各国的大数据策略，存在3个共同点：一是推动大数据全产业链的应用；二是数据开放与信息安全并重；三是政府与社会力量共同推动大数据应用。

1）美国

2009年，美国政府推出公共服务平台（data.gov），全面开放了40万联邦政府原始数据和地理数据。2012年3月，美国白宫科技政策办公室发布《大数据研究和发展计划》，成立“大数据高级指导小组”。通过对海量数据分析萃取信息，提升对社会经济发展的预测能力。美国国家科学基金会、国家卫生研究院、国防部、能源部、国防部高级研究局、地质勘探局6个联邦部门和机构宣布投资2亿美元，共同提高收集、储存、保留、管理、分析和共享海量数据所需核心技术的先进性，并形成合力，加强对信息技术研发投入以推动超级计算和互联网的发展。2013 年，美国发布《政府信息公开和机器可读行政命令》，要求公开教育、健康等七大关键领域数据，并对各政府机构数据开放时间提出了明确要求。2013年11月，美国信息技术与创新基金会发布《支持数据驱动型创新的技术与政策》指出，政府不仅要大力培养所需的技能劳动力和推动数据相关技术研发，还要制定推动数据共享的法律框架，并提高公众对数据共享重大意义的认识。2014年5月，美国发布《大数据：把握机遇，守护价值》白皮书，对美国大数据应用与管理的现状、政策框架和改进建议进行集中阐述。2016年4月，麻省理工学院推出了“数据美国”在线大数据可视化工具，可以实时分析展示美国政府公开的数据库（Open Data）。

2）英国

2011年11月，英国政府发布了对公开数据进行研究的战略决策，建立了有“英国数据银行”之称的data.gov.uk网站，希望通过完全公布政府数据，进一步支持和开发大数据技术在科技、商业、农业等领域的发展。2012年5月，英国政府注资10万英镑，支持建立了世界上首个开放数据研究所ODI（Open Data Institute）。ODI研究所将为那些对公众有益

的商业企业活动提供数据背景支持，不但释放了新的商业潜力，还提供了经济发展以及个人收入增长的新形式。2013 年5 月，英国政府和李嘉诚基金会联合投资9000万英镑，在牛津大学成立全球首个综合运用大数据技术的医药卫生科研中心。中心将通过搜集、存储和分析大量生物医疗数据，与业界共同界定新药物研发方向，处理新药研发过程中的瓶颈，并为发现新的治疗手段提供线索。2013 年8月，英国政府发布《英国农业技术战略》。该战略指出，英国今后对农业技术的投资将集中在大数据上，目标是将英国的农业科技商业化。2014年，英国政府投入7300万英镑进行大数据技术的开发，包括在55个政府数据分析项目中展开大数据技术的应用；以高等学府为依托投资兴办大数据研究中心，如图灵大数据研究院。2015年，英国政府承诺将开放有关交通运输、天气和健康方面的核心公共数据库。

3）日本

2012年6月，日本IT战略本部发布电子政务开放数据战略草案，迈出了政府数据公开的关键一步。2012年7月，日本总务省ICT基本战略委员会发布了《面向2020年的ICT综合战略》，提出“活跃在ICT领域的日本”的目标，将重点关注大数据应用所需的智能技术开发、传统产业IT创新、新医疗技术开发、缓解交通拥堵等公共领域应用等。2013年6月，日本正式公布新IT战略——创建最尖端IT国家宣言。全面阐述2013～2020年期间以发展开放公共数据和大数据为核心的日本新IT国家战略，提出要把日本建设成为具有世界最高水准的广泛运用信息产业技术的社会。为此，日本政府推出数据分类网站（data.go.jp），目的是提供不同政府部门和机构的数据供使用，向数据提供者和数据使用者开放数据。数据涉及各类白皮书、地理空间信息、人群运动信息、预算、年终财务和流程数据等。2013年7月，日本三菱综合研究所牵头成立了“开放数据流通推进联盟”，旨在由产官学联合促进日本公共数据的开放应用。2014年8月，日本内阁府决定在每月公布的月度经济报告中采用互联网上累积的“大数据”作为新的经济判断指标。内阁府将根据网络用户对产品和服务的搜索情况和推特网站上所发帖子来分析实时消费动向。日本防卫省也将从2015年开始正式研讨将“大数据”运用于海外局势的分析。这一举措作为自卫队海外活动扩大背景下的新方案，旨在强化情报收集能力。

4）德国

2010年，德国制定“数字德国2015的ICT战略”，在能源、交通、保健、教育、休闲、旅游和管理等传统行业采用现代ICT技术实现智能网络化。2013年4月，德国政府提出了“工业4.0”的概念。在该项目中，德国联邦政府投入2亿欧元，由德国联邦教研部与联邦经济技术部联手资助，在德国工程院、弗劳恩霍夫协会、西门子公司等德国学术界和产业界的建议和推动下形成，并已上升为国家级战略。德国IT行业协会BITKOM于2014年初发表报告称，大数据业务在德国发展迅速，到2016年有望达到136亿欧元。2014年8月20日，德国联邦政府内阁通过了由德国联邦经济和能源部、内政部、交通与数字基础设施建设部联合推出的《2014—2017年数字议程》，提出在变革中推动“网络普及”“网络安全”“数字经济发展”3个重要进程，希望以此打造具有国际竞争力的“数字强国”。

由此可见，大数据已超越信息技术使人们重新界定国家竞争的主战场，重新审视政府治理水平，重新认识科学研究的新范式，重新审视产业变迁的驱动因素，重新理解投资的决策依据，重新思考公司的战略和组织结构。

2. 国际大数据产业变革

2013年6月，美国中央情报局前雇员斯诺登揭开了“数据战争”的冰山一角。美国的“棱镜计划”事实上把所有国家、个人都纳在美国国家安全局（NSA）的监控之下。参与“棱镜计划”的公司包括谷歌、雅虎、Facebook、微软、苹果、思科、Oracle、IBM等科技巨头。由此可见，在大数据时代，IT产业的强大已经成为直接决定一个大国是否成为强国的最为关键的因素之一。

产业需要变革，行业需要互通互融。所谓“大数据+”，就是将大数据思维嫁接到不同的产业中，推动大数据在各行各业落地。大数据不仅关系到IT行业，众多行业龙头公司都已经意识到了大数据新思维的巨大冲击。互联网、金融、电信、医疗、政府等是大数据运营的重点领域。而大多数领域的大数据发展应用仍处在初级阶段，在大数据应用的实践过程中也遇到了数据资产不明、应用需求不定、平台建设、技术路线、安全隐私问题等方面的挑战，但是大数据应用在各领域还是做出了一些有益的探索，并取得了一定的成绩。

在电信行业，一些发达国家的电信运营商对大数据的利用表现在两方面。一方面提升服务质量，改善内部管理，包括客户维系、精准营销和网络运营与管理，代表企业分别为法国电信、英国O2、NTT DoCoMo和沃达丰。法国电信开展针对用户消费的大数据分析评估，借助大数据改善服务水平，提升用户体验；英国O2在英国推出了免费WiFi服务，以积累更多的用户，从而收集到更多的用户数据，用于精准的媒体广告和营销服务方面；NTT DoCoMo通过制作精细化表格，收集用户详细信息，大大加强了CRM系统和知识库，准确定位目标客户，提高了业务办理的成功性；沃达丰爱尔兰公司的Tellabs“洞察力分析”服务是将通信网络中的大数据转化为可利用的情报。另一方面确立商业模式，创造外部收益，包括直接出售数据获取收益，以及与第三方公司合作项目给运营商创造盈利，代表企业有AT&T、西班牙电信、Dynamic Insights、Verizon、德国电信和沃达丰。AT&T 将与用户相关的数据出售给政府和企业以获利；西班牙电信成立了动态洞察部门；Dynamic Insights 开展大数据业务，为客户提供数据分析打包服务，与市场研究机构GFK进行合作，在英国、巴西推出了首款产品，名为智慧足迹（Smart Steps）；Verizon成立了精准营销部门Precision Marketing Division，提供了精准营销洞察、精准营销、移动商务等服务，包括联合第三方机构对其用户群进行大数据分析，再将有价值的信息提供给政府或企业获取额外价值，数据业务的盈利在其整个业务中占比非常高；德国电信和沃达丰主要尝试通过开放API 向数据挖掘公司等合作方提供部分用户匿名地理位置数据，以掌握人群出行规律，有效地与一些LBS应用服务对接。

在连锁零售业中，英国最大的连锁超市特易购（TESCO）已经开始运用大数据技术采集并分析其客户行为信息数据集。特易购首先在大数据系统内给每个顾客确定一个编号，然后通过顾客的刷卡消费、填写调查问卷、打客服电话等行为采集他们的相关数据，再用计算机系统建立特定模型，对每个顾客的海量数据进行分析，得出特定顾客的消费习惯、近期可能的消费需求等结论，以此来制订有针对性的促销计划并调整商品价格。这种“有的放矢”的营销和定价模式为特易购提供了更高效的盈利方法。

在交通运输方面，美国Inrix公司和新泽西州运输部达成合作伙伴关系。Inrix公司通过汽车和移动电话GPS装置上的信号和数据，采集主干道上的车速数据，然后实时向新泽西州运输部警示任意主干道上的路况险情，同时向司机的车载GPS装置或移动电话发送警示以提醒司机注意路况险情。这个项目现已扩展为跨州服务，覆盖范围包括马里兰州和北卡罗来纳州。

在农业方面，美国天气保险公司（Climate Corporation）可以为美国的农民提供天气意外保险，农民朋友可以在电脑上模拟未来可能破坏农业生产的天气，然后选择合适的保险进行投保，这样在未来发生灾害时损失可以降低到最少。该公司通过庞大的传感器网络分析和预测2000万美国农田的气温、降水、土壤湿度和产量。在知晓高温天气的天数以及土壤湿度数据后，建立模型帮助其预判农民需要的天气保险金额以及公司需要支付的保费。

在气候方面，美国纽约州能源研究和发展管理局运用一系列的大数据技术来评估气候变化对纽约州的影响，并为农业、公共卫生、能源和交通运输等领域提供应对气候变化的策略。这一应用也被引入美国疾病控制中心，正与美国其他10个州和城市一起开展“阅读州和城市计划”，共同研究和应对气候变化，而大数据技术是其中一个非常重要的组成部分。

在外包领域，大数据技术也已成为信息技术行业的“下一个大事件”。目前，一些外包行业巨头也开始进军大数据市场，试图瓜分这一块大蛋糕。印度全国软件与服务企业协会预计，印度大数据行业规模在3年内将达到12亿美元，是目前规模的6倍，同时还是全球大数据行业平均增长速度的2倍。

在信息安全行业，FireEye和Splunk这类国际企业在大数据安全方面发展迅速，他们在大数据安全方面的技术也值得国内企业借鉴。专做DLP产品的Websense公司，其基于数据流的分析技术十分有利于大数据的分析和挖掘。

在人与机器的围棋大战中，AlphaGo击败李世石的事实再次展示了大数据应用产业的巨大潜力。通过大数据掌握消费习惯，摸准产业发展脉络，提供有效供给，已成为当前产业转型升级的方式之一。

综上所述，数据资产可以成为任何产业的最核心竞争力。未来几年，随着数据中心等基础设施建设的落地，大数据市场将进一步向软件和服务端拓展，深度融合多个产业。对大数据的价值挖掘也将进入快速发展期，为不同行业的需求提供差异化的服务。

1.2.2 我国大数据技术的应用历程及发展趋势

1. 中国政府促进大数据发展的措施

随着信息技术的高速发展，世界范围内各行各业都在进行信息化变革，几乎每个行业都在努力发现和利用大数据的价值。为了充分利用大数据带来的机遇，同时有效应对大数据带来的挑战，中国产业界、科技界和政府部门也在积极布局、制订战略规划。

2012年8月，国务院出台了促进信息消费扩大内需的文件，推动商业企业加快信息基础设施演进升级，增强信息产品供给能力，形成行业联盟，制定行业标准，构建大数据产业链，促进创新链与产业链有效嫁接。同时，构建大数据研究平台，整合创新资源，实施“专项计划”，突破关键技术。工业和信息化部为鼓励和推进大数据产业发展也制定了3大措施：一是在已通过促进信息消费扩大内需的意见、软件和信息技术服务业“十二五”规划等政策规划中对大数据发展进行了部署；二是推动全国信息技术标准化技术委员会开展了大数据标准化的需求分析、标准体系框架研究及相关标准研制工作，并向相关国际标准化组织提交了大数据研究提案；三是利用项目资金等手段进行前沿部署，支持关键技术产品的研发和产业化。

2015年8月，国务院发布《促进大数据发展行动纲要》（以下简称为《纲要》），这是指导中国大数据发展的国家顶层设计和总体部署。《纲要》明确指出了大数据的重要意义，大数据成为推动经济转型发展的新动力、重塑国家竞争优势的新机遇、提升政府治理能力的新途径。《纲要》清晰地提出了大数据发展的主要任务：加快政府数据开放共享，推动资源整合，提升治理能力；推动产业创新发展，培育新兴业态，助力经济转型；强化安全保障，提高管理水平，促进健康发展。《纲要》还提出了组织、法规、市场、标准、财政、人才、国际交流等几方面的政策机制要求。《纲要》的出台进一步凸显大数据在提升政府治理能力、推动经济转型升级中的关键作用。“数据兴国”和“数据治国”已上升为国家战略，将成为中国今后相当长时期的国策。未来，大数据将在稳增长、促改革、调结构、惠民生中发挥越来越重要的作用。

2. 大数据基础研究成为中国战略研究主题

2012 年，国家重点基础研究发展计划（973计划）专家顾问组在前期项目部署的基础上，将大数据基础研究列为信息科学领域4个战略研究主题之一。2013年，973计划将“面向网络信息空间大数据计算的基础研究”列为指南的重要支持方向。2014年，科技部基础研究司在北京组织召开“大数据科学问题”研讨会，邀请有关专家围绕973计划大数据研究布局、中国大数据发展战略、国外大数据研究框架与重点、大数据研究关键科学问题、重要研究内容和组织实施路线图等展开研讨，并对数据挖掘与管理、深度学习、大数据智能、大数据与其他学科的交叉等进行了深入交流。大数据对国家科技、经济、社会发展意义重大，应加强顶层设计，研究制定大数据研究的战略布局和实施路线图，推动学科交

义，拓展并提升我国大数据科学的研究能力和应用水平。

2016年，国家发改委正式印发《关于组织实施促进大数据发展重大工程的通知》（以下简称《通知》）。《通知》称，将重点支持大数据示范应用、共享开放、基础设施统筹发展以及数据要素流通。同时将择优推荐项目进入国家重大建设项目库审核区，并根据资金总体情况予以支持。国家重点支持的项目包括社会治理大数据应用、公共服务大数据应用、产业发展大数据应用、创业创新大数据应用等。《通知》还提到，将组织大数据开放计划，开展大数据全民创新竞赛。建立统一的公共数据共享开放平台体系，以及整合分散的政务数据中心，并首次提到了探索构建国家数据中心体系开展绿色数据中心试点。同时，在最受业界关注的大数据交易方面，《通知》也提到，将重点支持数据要素流通，建立完善国家大数据标准体系，依托已建的大数据交易所，探索建立大数据交易平台，提供丰富的数据产品、交易模式等方面的规范制度。

3. 中国大数据产业的强势增长

中国移动提出了大数据时代全新的移动互联网战略，即构筑“智能管道”、搭建“开放平台”、打造“特色业务”与提供“友好界面”，这体现了中国移动在移动互联网时代全面开启之际的全新战略定位。中国移动成立了苏州研发中心，计划构建3000～4000人的研发团队和运营团队，宗旨是进一步完善云计算和大数据产品体系，尽快形成国际一流的云计算和大数据服务能力。

百度、阿里巴巴、奇虎360、京东等互联网企业依靠自身的数据优势，均已将大数据作为公司的重要战略。大数据正在从理论走向实践，从专业领域走向全民应用的阶段。百度在大数据方面让人印象深刻的有百度迁徙这样的公益项目应用在民生和新闻等领域。百度网盟利用基于大数据的CTR（广告内容匹配）数据使站长的平均收入提升70%。阿里巴巴集团宣布无线开放战略，启动百川计划。该计划将全面分享阿里无线资源，为移动开发者提供技术、数据、商业等全链条基础设施服务。其中，大数据层面将联合移动应用统计分析平台友盟，帮助开发者完善数据精准挖掘分析和个性化推送体系。

奇虎360举办了首届数字世界大会，并发布实效平台、聚效平台和来店通等3款产品，把集合了数10亿用户信息的数据免费分享给广告主，帮助广告商利用大数据进行更有效的营销。京东也在积极通过大数据技术挖掘用户需求，提供更精准的服务。借助微信能够带来巨大流量的优势，举行京东微信购物的众筹活动，一个月参与规模就达到40万人次。

综上所述，国内大数据产业起步较晚，同时由于互联网技术有所滞后，使得中国的大数据发展较领先国家还尚有一段距离。但是，中国又有得天独厚的优势——庞大的用户群，每日有庞大的数据量不断生成，同时受惠用户量也极为众多。从政策环境上看，中国在数据开放的过程中仍然存在安全隐患，需要健全的法律法规以及先进的数据安全技术作保障。研究机构提醒有关部门研究制定网络数据采集、传输、存储、使用管理的标准规范，加大对隐私信息保护、网络安全保障、跨境数据流动的管理等。在政府数据开放方面也亟须进一步加强。

1.3 我国电力大数据技术的应用历程

本节主要介绍我国电力行业信息化发展历程、电力行业大数据技术的应用历程及发展趋势、国家推进“互联网+”智慧能源发展的重点任务。

1.3.1 我国电力行业信息化发展历程

我国电力行业是应用信息技术较早的行业之一，经历了6个阶段。

1. 60年代到70年代末期，电力信息化发展第一阶段

在电力信息化建设的初始时期，电力工业信息技术应用从生产过程自动化起步，主要用于电网调度、电力实验数字计算、工程设计科技计算、发电厂自动监测/监控、变电站所自动监测/监控等方面。其目标主要是提高电网安全稳定计算、电厂和变电站所生产过程的自动化程度，改进电力生产和输变电监测水平，提高工程设计计算速度，缩短电力工程设计的周期等。

2. 80年代初到90年代初，电力信息化发展第二阶段

这一时期为专项业务应用阶段。计算机系统在广大的电力业务领域得到应用，电力行业开始广泛使用计算机系统，如电网调度自动化、发电厂生产自动化控制系统、电力负荷控制预测、计算机辅助设计、计算机电力仿真系统等。同时企业开始注意开发建设管理信息的单项应用系统。某些应用达到了较高水平，管理信息系统则刚刚起步，并经历了多次失败的痛苦过程。

3. 90年代初到20世纪末，电力信息化发展第三个阶段

这一时期为电力系统信息化建设加速发展时期。随着信息技术和网络技术日新月异，电力行业信息化实现了跳跃式发展。信息技术应用进一步发展到综合应用，由操作层向管理层延伸，同时其他专项应用系统也进一步发展到更高的水平。有计划地开发建设企业管理信息系统，从单机、单项目向网络化、整体性、综合性应用发展。特别是1997年电力工业部召开了全国电力系统第一次信息化工作会议，制定了“电力工业信息化‘九五’规划暨1997—2010年信息化建设发展纲要”。该纲要规划了我国电力工业到2000年的信息化建设目标，并安排了“九五”信息化建设工作，将电力信息化工程列为跨世纪科技导向工程之一；提出了加速建设全国电力系统通信网络、加快电力信息化资源开发利用、建设覆盖全国电力企业的国家电力信息网络的任务。

4. 2001年初到2005年底，电力信息化发展第四阶段

2001年8月，国家电力公司召开了信息化工作会议，确定了“十五”信息化工作指导思想为：以国家信息化建设的方针、政策为指导，结合电力系统特点和优势，紧紧围绕国家电力公司“十五”期间的重点工作，加强信息资源开发与利用，加快信息基础设施的建设，以信息化带动公司的现代化，全面促进生产管理水平、技术水平和经济效益的提高，为国家电力有限公司实现“控股型、经营型、现代化、集团化管理的国际一流企业”的战略目标提供网络支持。“十五”信息化发展目标为：运用现代企业管理系统的理念，依据对物流、资金流、工作流程的统一规划，建成公司整体化的信息网络，广域网带宽达到100Mb/s，初步实现公司系统内部管理的信息化。2005年，电力信息化应用达到国内先进水平，在生产、经营、管理等方面，电力信息化水平同国际先进电力公司基本同步。

5. 2006年到2012年，电力信息化发展第五阶段

这一阶段我国电力信息化进入了系统性全面应用阶段。2006年，国家电网有限公司启动信息化SG186工程建设。2007年，完成紧密耦合业务应用ERP典型设计和试点。2008年，建成总部、省（市）公司两级的一体化信息集成平台，全面推广业务应用。2009年，提前一年完成SG186工程，建成覆盖公司各级单位的一体化企业级信息系统，满足各专业管理需求。2010年，全面推进SG186工程信息系统深化应用，并在SG186工程成果基础上，完成国家电网资源计划系统（SG-ERP）工程总体设计。根本扭转了信息化滞后电网发展和企业管理的被动局面，完成了信息系统从条块分割的部门级向横向集成、纵向贯通的一体化企业级的信息系统转变。2012年，全面启动了“覆盖面更广、集成度更深、智能化更高、安全性更强、互动性更好、可视化更优”的SG-ERP工程，建成异地集中式信息系统灾备中心，投运信息系统调控中心，推进信息系统实用化。建成满足公司发展战略、支撑公司各项业务发展的一体化集团企业资源计划系统。为电网发展和管理变革提供强有力的支撑。

6. 2013年到现在，电力信息化发展第六阶段

这一阶段我国电力信息化达到世界一流水平，在SG186工程成果基础上，完成了国家电网资源计划系统（SG-ERP）工程总体设计。从2016年开始，电力信息化进入“十三五”新发展时期。国家电网的目标是建成SG-ERP 3.0，构建“四个一体化”，实现“两支撑一确保”。

建设一体化平台，即应用“大云物移”等新兴技术，建设公司全业务统一数据中心，实现基础设施即服务和平台即服务；建设一体化业务应用系统，即实现多场景、微应用，创新业务模式，建设生产控制云、企业管理云、公共服务云业务应用；建设一体化信息安全体系，即深化信息安全主动防御体系，建设统一的信息风险监控预警平台，打造智能可控安全技术防护体系；建设一体化运行维护体系，即优化高效运维架构和流程，提升科学

调控、精益运检、敏捷服务核心能力，深化智能调运检业务应用。

实现“两支撑一确保”，即支撑智能电网创新发展、支撑公司运营管理高效协同、确保信息系统安全稳定运行。

1.3.2 电力行业大数据技术的应用历程及发展趋势

1. 电力大数据的现状与未来

随着智能电网建设的持续推进，ICT（信息通信技术）在电力系统的广泛应用不仅提升了电力系统的智能化水平，也推动了电力大数据呈几何级数增长。各类数据的覆盖范围不断扩大，获取频度不断提高，数据的综合价值也得到极大提升，数据再利用使得数据的价值潜力得到巨大释放，电力大数据已经站在了量变到质变的关键节点。以用电领域为例，传统电表每月抄表一次，用电量仅用于电费收取，数据的附加值相当有限。目前，美国智能电表对用户的实时电量采集频率已精确到每6秒一次，对用户负荷特征的分析能够发掘用户日常用电习惯，甚至非法行为等家庭用电信息。Opower公司运用这些数据给用户提供能效解决方案，这一增值服务已经创造了数千万美元的经济回报，减少了数百万吨的温室气体排放。

随着第三次工业革命浪潮来袭，互联网、物联网与电网将深度融合，未来的智能电力系统将使得电网不仅承载电力流，也将承载着信息流和业务流，实现“三流合一”的智能电力系统的价值也将随之跃升，而这种跃升显然具有大数据的时代特征。当电网中传输的不只是电能，更重要的还有超乎我们想象的数据增长量，探索如何科学合理地释放数据能量来推动电力工业的升级，便成为电力企业所面临的重大命题。电力大数据的价值已经相当庞大，但如果实现进一步延伸，将电力大数据与人们生产生活数据、与政府企业等多行业数据相结合，将产生更多更大的价值增值潜力，电力大数据带来的经济回报也将远超我们的想象。

未来的中国电网必将是一张巨大的数字化电网和具有世界领先水平的电力物联网，未来的电力企业也必将转型为擅长大数据运营的新型电力企业。电力公司在这一领域进行了积极的研究与探索，确定将电力营销作为大数据推进的突破口是符合大数据发展普遍规律的。新成立的县级供电企业具有极强的发展潜力和可塑性，非常适合作为大数据试点单位。坚持电网数字化、运营数据化方向，把供电公司建设成为“数字化电网、数据化运营”的具有世界先进水平的新型供电企业，为电力基于大数据的全面转型提供有益借鉴。

2. 把握大数据时代电力企业发展转型的关键

进入21世纪以来，随着“两化融合”工作的推进，电力大数据进入了新的时代，一方面是电力系统的智能化、数字化水平突飞猛进，沿着电力系统的价值链，发、输、配、售、用及调度交易全过程所生产的数据堪称海量；另一方面是电力企业普遍都开展了信息

化建设，企业的信息化水平获得显著提高，数据的生产和存储能力大幅提升，电力企业内部已经拥有了海量生产运营数据，信息化的价值提升悄然而至。电力企业要实现大数据转型必须从大数据战略、组织、技术、管理及行业联盟等关键要素方面推动公司发展方式转变。

从战略视角来看，要大力推动数据资产化进程，充分挖掘数据的价值创造潜力。数据分析是实现大数据价值的核心，成为企业获取价值、赢得竞争的决定性抓手，关键要推动大数据对企业实现客户洞察和流程革新的指导。从目前电力企业的普遍现状来看，比较务实的做法有4种。一是加快大数据业务试点，推动大数据在规划、运维、客服、采购、投资等重要传统业务领域的应用，把大数据分析紧密嵌入到企业的核心业务流程中，提升业务的绩效水平。二是运用大数据提升电力系统的智能化水平，提高新能源并网的能力，促进风能、太阳能等新能源有序发展，服务国家节能减排总体战略。三是充分发挥数据资源的商业价值，以大数据为基础培育数据生态链，创新商业模式，形成更加有机协调的业务体系，促进公司发展方式的深刻转变，有力推动数据资源转化为战略资产的大数据战略转型。四是随着时代变革的加速，企业面临的环境更加复杂，智能决策和科学决策的需求增长，大数据在这一领域将有着广阔的空间。

从企业组织视角来看，要基于大数据所带来的重大变革重组企业组织架构。大数据领先企业已经把其商业活动的每一环节都建立在数据收集、分析和行动的能力之上，它们的组织是基于数据竞争来架构的。这些企业要么在数据运用最多最频繁的业务领域成立了数据分析部门，要么成立了独立的数据分析部门，设立了专职的首席数据官。首席数据官这一新兴职位的设立是企业推进大数据战略的重要举措，随着大数据的演进，首席数据官对企业运行的重要性将与首席财务官一样重要。电力企业必须基于行业特征、自身实际，积极研究和借鉴大数据领先企业的成功实践，变革企业组织架构，创新企业运行体制机制，探索设立首席数据官，适应大数据时代的要求。

从技术视角来看，要加快建设适应大数据发展的“电力云”，为大数据发展提供强大的技术基础。首先，从生产、管理、服务三大视角探索建设符合电力企业发展客观规律、具有电力企业特色的“电力云”，满足电力企业海量数据的存储与计算需要。其次，转变企业信息化建设的发展思路，以建设企业级信息项目为主体，实现企业信息化集中建设和统一推广应用，构建分散在各业务条线的数据大融合通道，提升企业数据资源集中管理能力和共享水平，为数据资源的价值创造提供基础条件。最后，基于先进算法探索建立投资、电量、气候、负荷等各类分析模型，提高电力企业智能化决策水平，提升公司管理、发展和服务水平。

从数据管理视角来看，要加强大数据人才培养，提升大数据风险管理能力。大数据战略推进必须首先解决大数据人才问题。人才是企业实现数据资源向数据资产转变的关键，要着力培养一批数据管理人才、数据分析人才和电力数据科学家。数据分析与挖掘人才将成为未来的稀缺人才，电力企业要做好大数据人才的培养和储备工作。另外，要强化数据的共享和风险管理，数据公开和流动是大数据时代的重要趋势，电力大数据与生产生活数

据，与政府企业等多行业数据相结合，将产生更多更大的价值增值潜力，但是在共享数据价值的同时必须强化数据的风险管理。

从行业视角来看，要推动成立大数据行业联盟，建立行业数据治理和共享机制。数据，与其他生产要素相比无疑有着独特的特征。与工业原材料的排他性和无法共享不同，数据从技术上很容易实现共享，而且数据共享的范围越大，使用的人越多，价值创造的潜力就越大。与机器设备也不一样，数据使用的过程不是价值折损的过程，而是价值增值的过程。电力大数据的价值取决于数据的更大范围的开放与共享，不同电力企业之间若能建立数据流动与共享机制，电力大数据的价值将更大，打破业务、企业、行业之间的数据壁垒将成为电力大数据迈进新时代的重要前提。建设电力行业统一的元数据和主数据管理平台，建立统一的电力数据分析模型和行业级电力数据中心，开发电力数据分析挖掘技术，挖掘电力大数据价值，面向行业内外提供内容增值服务将成为电力大数据未来的发展方向。

从大数据发展演进的历程来看，目前，我国电力企业普遍还处于概念引入和认知探索阶段，真正的大数据实践还很少。以国家电网有限公司为例，随着公司统一部署建设的SG186、ERP等企业级信息系统深入应用以及三级运营监测（控）中心的建成，国家电网有限公司数据量呈几何级数增长，积累了大量的生产、运营、管理数据，数据的集中管理水平得到了极大提高。同时应看到，企业的数据资源总体上还是分布在各业务条线，数据集中管理与共享水平还有待进一步加强，各业务条线和行业企业的数据大融合已成为电力企业推进大数据战略面临的瓶颈，数据的分析和商业价值开发也还处于起步阶段，与世界领先的大数据企业相比还有很大差距，对数据资源的认识还有待提升。

3. 拥抱电力大数据

随着智能时代的到来，普适计算的层层深入，世界正在进入一个“万物皆联网、无处不计算”的崭新时代，时空障碍正在被打破，企业的竞争也从基于成本和效率的竞争向基于数据和知识的竞争演进，而大数据正是在这样的时代背景下应运而生。在大数据时代，每一天都有无数的数据在被收集、整理、交换、分析和价值挖掘，数据已经如一股“洪流”注入了世界经济，成为全球各经济领域的重要组成部分。据著名咨询公司麦肯锡预计，数据作为一种全新的资产类别将和企业的固定资产和人力资源一样，成为生产过程中的基本要素。

电力关乎国计民生，电力数据不仅反映宏观经济运行情况，也反映居民消费结构、生活水平、用电行为模式等重要信息，电力大数据具有极强的正外部性。电力企业处于数据汇集的黄金位置，且在过去的经营过程中已经累积了大量的高质量数据，只要把握这一巨大的数据优势，充分发挥企业的资源优势，电力企业就具备成功转型为大数据生态系统领袖企业的优势。

大数据带来了技术、商业和管理等三个方面的重大变革，它正在快速渗透到更多的行业，没有企业能置身事外。大数据时代已经开启，在这一重要的变革时代，传统的电力企

业该何去何从？电力企业的发展有着悠久的历史沿革和强大的发展惯性，要成功转型谈何容易？回顾每一次大变革时代企业的命运都能发现，许多企业在变革浪潮中销声匿迹了，但总有一部分优秀企业能够成功转型，从而接续经营，实现基业长青。是什么力量导致这一现象反复出现呢？美国管理学大师钱德勒在对美、英、德三国的大型工业企业自19世纪60年代至20世纪60年代近100年发展历程进行研究后发现，经历多个经济周期实现持续繁荣的企业都具有极强的组织能力，这些企业不仅充分运用了规模经济和范围经济效益，还通过对生产、营销和管理进行大量投资来获取软硬件协调发展的强大组织能力，一旦这些具有强大组织能力的领先企业取得先行者地位，都能长期保持他们建立的优势。比如，德国的大型工业企业在两次世界大战中普遍遭受了毁灭性打击，这些企业拥有的遍布全世界的庞大资产在战后绝大部分都被资产所在国没收了，国内也是一片废墟。但凭借企业优秀的核心团队和强大的组织能力，它们无一例外地再次崛起，两次世界大战后都用了不到10年时间，德国企业便再次获得了领袖企业地位，如西门子、巴斯夫、拜耳等至今仍然是世界范围内的行业翘楚。这一颠扑不破的企业管理规律的发现为电力企业成功转型，继而进入大数据时代提供了重要的路径参考。

展望未来，基于数据掌控和数据分析将成为企业竞争的常态，数据必将成为企业最重要的财富和金矿，数据分析和价值挖掘的能力将成为企业的核心竞争力，世界将进入一个“数据兴则企业兴、数据强则企业强”的竞争时代。电力企业要紧紧把握大数据时代的发展脉搏，充分发挥大胆的企业家创新精神，在这个数据大爆发、商业传奇层出不穷的大变革时代，紧紧围绕大数据技术、商业和管理等三大关键要素进行重大的三重投资，建立基于大数据的领先的组织能力，主动求变，尽早将企业引导进入大数据时代。

1.3.3　国家推进“互联网+”智慧能源发展的重点任务

1. 推动建设智能化能源生产消费基础设施

1）推动可再生能源生产智能化

鼓励建设智能风电场、智能光伏电站等设施及基于互联网的智慧运行云平台，实现可再生能源的智能化生产。鼓励用户侧建设冷热电三联供、热泵、工业余热余压利用等综合能源利用基础设施，推动分布式可再生能源与天然气分布式能源协同发展，提高分布式可再生能源综合利用水平。促进可再生能源与化石能源协同生产，推动对散烧煤等低效化石能源的清洁替代。建设可再生能源参与市场的计量、交易、结算等接入设施与支持系统。

2）推进化石能源生产清洁高效智能化

鼓励煤、油、气开采、加工及利用全链条智能化改造，实现化石能源绿色、清洁和高效生产。鼓励建设与化石能源配套的电采暖、储热等调节设施，鼓励发展天然气分布式能源，增强供能灵活性、柔性化，实现化石能源高效梯级利用与深度调峰。加快化石能源生产监测、管理和调度体系的网络化改造，建设市场导向的生产计划决策平台与智能化信息

管理系统，完善化石能源的污染物排放监测体系，以互联网手段促进化石能源供需高效匹配、运营集约高效。

3）推动集中式与分布式储能协同发展

开发储电、储热、储冷、清洁燃料存储等多类型、大容量、低成本、高效率、长寿命储能产品及系统。推动在集中式新能源发电基地配置适当规模的储能电站，实现储能系统与新能源、电网的协调优化运行。推动建设小区、楼宇、家庭应用场景下的分布式储能设备，实现储能设备的混合配置、高效管理、友好并网。

4）加快推进能源消费智能化

鼓励建设以智能终端和能源灵活交易为主要特征的智能家居、智能楼宇、智能小区和智能工厂，支撑智慧城市建设。加强电力需求侧管理，普及智能化用能监测和诊断技术，加快工业企业能源管理中心建设，建设基于互联网的信息化服务平台。构建以多能融合、开放共享、双向通信和智能调控为特征，各类用能终端灵活融入的微平衡系统。建设家庭、园区、区域不同层次的用能主体参与能源市场的接入设施和信息服务平台。

2. 加强多能协同综合能源网络建设

1）推进综合能源网络基础设施建设

建设以智能电网为基础，与热力管网、天然气管网、交通网络等多种类型网络互联互通，多种能源形态协同转化、集中式与分布式能源协调运行的综合能源网络。加强统筹规划，在新城区、新园区以及大气污染严重的重点区域率先布局，确保综合能源网络结构合理、运行高效。建设高灵活性的柔性能源网络，保证能源传输的灵活可控和安全稳定。建设接纳高比例可再生能源、促进灵活互动用能行为和支持分布式能源交易的综合能源微网。

2）促进能源接入转化与协同调控设施建设

推动不同能源网络接口设施的标准化、模块化建设，支持各种能源生产、消费设施的“即插即用”与“双向传输”，大幅提升可再生能源、分布式能源及多元化负荷的接纳能力。推动支撑电、冷、热、气、氢等多种能源形态灵活转化、高效存储、智能协同的基础设施建设。建设覆盖电网、气网、热网等智能网络的协同控制基础设施。

3. 推动能源与信息通信基础设施深度融合

1）促进智能终端及接入设施的普及应用

发展能源互联网的智能终端高级量测系统及其配套设备，实现电能、热力、制冷等能源消费的实时计量、信息交互与主动控制。丰富智能终端高级量测系统的实施功能，促进水、气、热、电的远程自动集采集抄，实现多表合一。规范智能终端高级量测系统的组网结构与信息接口，实现和用户之间安全、可靠、快速的双向通信。

2）加强支撑能源互联网的信息通信设施建设

优化能源网络中传感、信息、通信、控制等元件的布局，与能源网络各种设施实现高

效配置。推进能源网络与物联网之间信息设施的连接与深度融合。对电网、气网、热网等能源网络及其信息架构、存储单元等基础设施进行协同建设，实现基础设施的共享复用，避免重复建设。推进电力光纤到户工程，完善能源互联网信息通信系统。在充分利用现有信息通信设施基础上，推进电力通信网等能源互联网信息通信设施建设。

3）推进信息系统与物理系统的高效集成与智能化调控

推进信息系统与物理系统在量测、计算、控制等多功能环节上的高效集成，实现能源互联网的实时感知和信息反馈。建设信息系统与物理系统相融合的智能化调控体系，以“集中调控、分布自治、远程协作”为特征，实现能源互联网的快速响应与精确控制。

4）加强信息通信安全保障能力建设

加强能源信息通信系统的安全基础设施建设，根据信息重要程度、通信方式和服务对象的不同，科学配置安全策略。依托先进密码、身份认证、加密通信等技术，建设能源互联网下的用户、数据、设备与网络之间信息传递、保存、分发的信息通信安全保障体系，确保能源互联网安全可靠运行。提升能源互联网网络和信息安全事件监测、预警和应急处置能力。

4. 营造开放共享的能源互联网生态体系

1）构建能源互联网的开放共享体系

充分利用互联网领域的快速迭代创新能力，建立面向多种应用和服务场景下能源系统互联互通的开放接口、网络协议和应用支撑平台，支持海量和多种形式的供能与用能设备的快速、便捷接入。从局部区域着手，推动能源网络分层分区互联和能源资源的全局管理，支持终端用户实现基于互联网平台的平等参与和能量共享。

2）建设能源互联网的市场交易体系

建立多方参与、平等开放、充分竞争的能源市场交易体系，还原能源商品属性。培育售电商、综合能源运营商和第三方增值服务供应商等新型市场主体。逐步建设以能量、辅助服务、新能源配额、虚拟能源货币等为标的物的多元交易体系。分层构建能量的批发交易市场与零售交易市场，基于互联网构建能量交易电子商务平台，鼓励交易平台间的竞争，实现随时随地、灵活对等的能源共享与交易。建立基于互联网的微平衡市场交易体系，鼓励个人、家庭、分布式能源等小微用户灵活自主地参与能源市场。

3）促进能源互联网的商业模式创新

搭建能源及能源衍生品的价值流转体系，支持能源资源、设备、服务、应用的资本化、证券化，为基于“互联网+”的B2B、B2C、C2B、C2C、O2O等多种形态的商业模式创新提供平台。促进能源领域跨行业的信息共享与业务交融，培育能源云服务、虚拟能源货币等新型商业模式。鼓励面向分布式能源的众筹、PPP等灵活的投融资手段，促进能源的就地采集与高效利用。开展能源互联网基础设施的金融租赁业务，建立租赁物与二手设备的流通市场，发展售后回租、利润共享等新型商业模式。提供差异化的能源商品，并为灵活用能、辅助服务、能效管理、节能服务等新业务提供增值服务。

4）建立能源互联网国际合作机制

配合国家“一带一路”建设，建立健全开放共享的能源互联网国际合作机制，加强与周边国家能源基础设施的互联互通，推动国内能源互联网先进技术、装备、标准和模式“走出去”。

5. 发展储能和电动汽车应用新模式

1）发展储能网络化管理运营模式

鼓励整合小区、楼宇、家庭应用场景下的储电、储热、储冷、清洁燃料存储等多类型的分布式储能设备及社会上其他分散、冗余、性能受限的储能电池、不间断电源、电动汽车充放电桩等储能设施，建设储能设施数据库，将存量的分布式储能设备通过互联网进行管控和运营。推动电动汽车废旧动力电池在储能电站等储能系统实现梯次利用。构建储能云平台，实现对储能设备的模块化设计、标准化接入、梯次化利用与网络化管理，支持能量的自由灵活交易。

2）发展车网协同的智能充放电模式

鼓励充换电设施运营商、电动汽车企业等，集成电网、车企、交通、气象、安全等各种数据，建设基于电网、储能、分布式用电等元素的新能源汽车运营云平台。促进电动汽车与智能电网间能量和信息的双向互动，应用电池能量信息化和互联网化技术，探索无线充电、移动充电、充放电智能导引等新运营模式。积极开展电动汽车智能充放电业务，探索电动汽车利用互联网平台参与能源直接交易、电力需求响应等新模式。

3）发展新能源+电动汽车运行新模式

充分利用风能、太阳能等可再生能源资源，在城市、景区、高速公路等区域因地制宜地建设新能源充放电站等基础设施，提供电动汽车充放电、换电等业务，实现电动汽车与新能源的协同优化运行。

6. 发展智慧用能新模式

1）培育用户侧智慧用能新模式

完善基于互联网的智慧用能交易平台建设。建设面向智能家居、智能楼宇、智能小区、智能工厂的能源综合服务中心，实现多种能源的智能定制、主动推送和资源优化组合。鼓励企业、居民用户与分布式资源、电力负荷资源、储能资源之间通过微平衡市场进行局部自主交易，通过实时交易引导能源的生产消费行为，实现分布式能源生产、消费一体化。

2）构建用户自主的能源服务新模式

逐步培育虚拟电厂、负荷集成商等新型市场主体，增加灵活性资源供应。鼓励用户自主提供能量响应、调频、调峰等灵活的能源服务，以互联网平台为依托进行动态、实时的交易。进一步完善相关市场机制，兼容用户以直接、间接等多种方式自主参与灵活性资源市场交易的渠道。建立合理的灵活性资源补偿定价机制，保障灵活性资源投资拥有合理的

收益回报。

3）拓展智慧用能增值服务新模式

鼓励提供更多差异化的能源商品和服务方案。搭建用户能效监测平台并实现数据的互联共享，提供个性化的能效管理与节能服务。基于互联网平台，提供面向用户终端设施的能量托管、交易委托等增值服务。拓展第三方信用评价，鼓励能源企业或专业数据服务企业拓展独立的能源大数据信息服务。

7. 培育绿色能源灵活交易市场模式

1）建设基于互联网的绿色能源灵活交易平台

建设基于互联网的绿色能源灵活交易平台，支持风电、光伏、水电等绿色低碳能源与电力用户之间实现直接交易。挖掘绿色能源的环保效益，打造相应的能源衍生品，面向不同用户群体提供差异化的绿色能源套餐。培育第三方运维、点对点能源服务等绿色能源生产、消费和交易新业态。

2）构建可再生能源实时补贴机制

建立基于互联网平台的分布式可再生能源实时补贴结算机制，实现补贴的计量、认证和结算与可再生能源生产交易实时挂钩。进一步探索将大规模的风电场、光伏电站等纳入基于互联网平台的实时补贴范围。

3）发展绿色能源的证书交易体系

探索建立与绿色能源生产和交易实时挂钩的绿色证书生成和认证机制，推进绿色证书交易体系与现行排污权交易体系相融合，并通过合理的机制，将绿色证书交易作为碳排放权交易的有益补充。推动建立绿色能源生产强制配额制度，实现基于互联网平台的绿色证书交易与结算。推动绿色证书的证券化、金融化交易。

8. 发展能源大数据服务应用

1）实现能源大数据的集成和安全共享

实施能源领域的国家大数据战略，积极拓展能源大数据的采集范围，逐步覆盖电、煤、油、气等能源领域及气象、经济、交通等其他领域。实现多领域能源大数据的集成融合。建设国家能源大数据中心，逐渐实现与相关市场主体的数据集成和共享。在安全、公平的基础上，以有效监管为前提，打通政府部门、企事业单位之间的数据壁垒，促进各类数据资源整合，提升能源统计、分析、预测等业务的时效性和准确度。

2）创新能源大数据的业务服务体系

促进基于能源大数据的创新创业，开展面向能源生产、流通、消费等环节的新业务应用与增值服务。鼓励能源生产、服务企业和第三方企业投资建设面向风电、光伏等能源大数据运营平台，为能源资源评估、选址优化等业务提供专业化服务。鼓励发展基于能源大数据的信息挖掘与智能预测业务，对能源设备的运行管理进行精准调度、故障诊断和状态检修。鼓励发展基于能源大数据的温室气体排放相关专业化服务。鼓励开展面向能源终端

用户的用能大数据信息服务，对用能行为进行实时感知与动态分析，实现远程、友好、互动的智能用能控制。

3）建立基于能源大数据的行业管理与监管体系

探索建立基于能源大数据技术，精确需求导向的能源规划新模式，推动多能协同的综合规划模式，提升政府对能源重大基础设施规划的科学决策水平，推进简政放权和能源体制机制持续创新。推动基于能源互联网的能源监管模式创新，发挥能源大数据技术在能源监管中的基础性作用，建立覆盖能源生产、流通、消费全链条，透明高效的现代能源监督管理网络体系，提升能源监管的效率和效益。

9. 推动能源互联网的关键技术攻关

1）支持能源互联网的核心设备研发

研制提供能量汇聚、灵活分配、精准控制、无差别化接入等功能的新型设备，为能源互联网设施自下而上的自治组网、分散式网络化协同控制提供硬件支撑。支持直流电网、先进储能、能源转换、需求侧管理等关键技术、产品及设备的研发和应用。推广港口气化、港口岸电等清洁替代技术。加强能源互联网技术装备研发的国际化合作。

2）支持信息物理系统关键技术研发

研究低成本、高性能的集成通信技术。研究信息物理系统中面向量测、电价、控制、服务等多种信息类型、安全可靠的信息编码、加密、检验和通信技术。研究信息物理系统中能源流和信息流高效融合的调度管理与协同控制等关键技术。研究信息-能量耦合的统一建模与安全分析关键技术。

3）支持系统运营交易关键技术研发

研究多能融合能源系统的建模、分析与优化技术。研究集中式与分布式协同计算、控制、调度与自愈技术。研发支持多元交易主体、多元能源商品和复杂交易类型的能源电商平台。研究支持分布式、并发式交互响应的实时交易，互联网虚拟能源货币认证，互联网虚拟能源货币的定价、流通、交易与结算等关键技术。探索软件定义能源网络技术。

10. 建设国际领先的能源互联网标准体系

1）制定能源互联网通用技术标准

研究建立能源互联网标准体系。优先制定能源互联网的通用标准、与智慧城市和中国制造2025等相协调的跨行业公用标准和重要技术标准，包括能源互联网的能源转换类标准、设备类标准、信息交换类标准、安全防护类标准、能源交易类标准、计量采集类标准、监管类标准等。推动建立能源互联网相关国际标准化技术委员会，努力争取核心标准成为国际标准。

2）建设能源互联网质量认证体系

建立全面、先进、涵盖相关产业的产品检测与质量认证平台。建立国家能源互联网质量认证平台检测数据共享机制。建立国家能源互联网产品检测与质量认证平台及网络。

鼓励建设能源互联网企业与产品数据库，定期发布测试数据。建立健全检测方法和评价体系，引导产业健康发展。

1.4 电力大数据应用系统工程的发展趋势

本节介绍大数据是电力行业创新变革的重要驱动力、电力大数据应用系统工程面临的挑战、电力大数据应用系统工程的主要研究方向。

1.4.1 大数据是电力行业创新变革的重要驱动力

大数据是工业社会的“石油”资源，谁掌握了数据，谁就掌握了主动权。2015年8月，国务院印发《促进大数据发展行动纲要》，党的十八届五中全会又明确提出实施“国家大数据战略”，强调能源领域的大数据信息资源建设。2017年政府工作报告提出，深入推进“互联网+”行动和国家大数据战略。近年来，电力企业按照党中央、国务院的大数据发展战略要求，积极开展大数据应用创新实践，发挥电力大数据快捷、细化、客观的优势，为电力企业创新发展提供信息支撑。

1. 把握能源发展方向，以数据驱动电网大变革

大数据的核心是数据驱动，其基本原理是通过数据透视事物的本质，挖掘事物背后存在的关联关系和找寻事物的潜在规律。大数据不只是以统计为手段发现事物的统计规律，而是采用多维度、多源数据融合，综合运用关联分析去发掘事物的混沌规律。大数据可以独立于物理模型，利用数学规律揭示事物本质。面对未来电网在新能源广泛接入、大电网互联和市场放开环境下运行特征的开放性、不确定性和普遍关联性，大数据能够以全量数据反映系统特征，提供全景式全过程的研究视角。

“数据驱动的大数据方法作为一种辅助性手段，将在智能电网的发展中发挥越来越重要的支撑作用。”大数据时代，不仅要知道是不是相关，更需要研究背后的因果关系。如果统计分析与因果分析融为一体，紧密结合具体领域问题，相信大数据在以因果关系主导的电力系统领域中，会产生更积极的影响。智能电网大数据是电力系统及相关领域数据的有机融合，是一系列对数据处理与利用的理论、方法与技术，是一种对规律的全新认识论和价值萃取思想。利用智能电网大数据支撑能源系统的广泛互联、高度智能、开放互动和可持续发展，将是未来电网的发展与提升方向。

2. 促进创新成果转化，汇聚大数据应用发展新动能

智能电网大数据的应用将实现从割裂的数据资源向有效的数据资产转化，支撑更全

面的分析、更准确的预测及更具价值的决策支持。通过研究实践，已经梳理出大数据技术框架，涉及数据采集、数据存储、数据处理、数据分析、数据可视化、数据管理、数据服务和数据安全等环节，形成了一套开展大数据工作需要研究内容的全集，可以指导工作开展。自主研发建成了与国际主流大数据技术同步的大数据平台，在数据、计算力和算法等核心能力上具有业内领先优势，并已支撑多个研究所开展应用开发。在数据融合关键技术方面形成了基于统一数据模型的整体应用架构；在数据分析挖掘方面，形成了全流程的综合电力大数据分析挖掘能力。

目前，在电网规划运行方面，形成了以数据驱动的大电网安全防御、新一代调控大数据系统及应用研发、面向城网规划的城市电力地图为代表的一系列应用成果；在资产运维管理方面，形成了配电设备运行效率和供电能力分析、台区重过载预警和风险评估及继电保护设备分析与状态评价等典型应用；在用户和社会服务方面，形成了电力数据资产标签化、售电量预测及新能源政策评价和宏观经济分析等特色应用成果。并且基于不同专业开展大数据工作的特点，总结梳理出了大数据在电力行业应用的五大阶段，即数据的抽取与整合、数据的基本特征分析、数据的深度分析、数据的业务建模和数据模型的固化实现，这5个阶段针对不同的场景解决问题。

自主研发的城市电力地图通过将电网业务数据与地理信息数据相结合，跨领域融合电网拓扑、电网运行、设备生产运维、用户用电信息以及地理、气象、经济、人文社会等电力系统内外部数据，将各类信息和分析结果在地图上直观地展示出来，实现了负荷典型发展模式分析、可靠性影响因素分析和基于车辆轨迹挖掘的充电需求分析等应用。

配网运行效率和供电能力分析的目标是通过大数据技术找到影响配电设备运行效率和供电能力的主要因素。选取近5年投运和已运行10年以上的两组设备，分析其供电裕度的占比及分布，发现某些区域存在着一些“年轻”设备供电裕度不足，有些区域部分设备、一些“老”设备仍有较大供电裕度的现象。该项研究应用成果能够为未来规划和投资提供指导。

台区重过载预警与风险评估应用汇聚了PMS系统、国网GIS系统、配网自动化系统、用电信息采集系统、营销管理系统、应急抢修管理平台等六大业务系统，包含设备台账、改造记录等共3亿多条数据。此外，利用大数据平台及其上层数据资产标签管理工具，还融合某地300多万用户用电营销数据、地理信息和商业数据，快速地存储、处理与融合，结合自主研发的自适应聚类等多种算法，建立了一套从原始数据提取用电特征标签，构建360度用户画像的完整技术体系，为后续开展用户用电数据分析提供基础。

在应用场景可以看到每项应用都有量化的表征，对比经验方法，都有了精准可视的结果。例如，在国网安质部隐患排查数据分析中，分析结果一目了然，对线树矛盾隐患，以往凭经验对树木生长情况判断，而通过融合气象等因素数据，就可以对线树矛盾发生概率进行量化。这些研究成果把大数据和电网应用结合，能够为电网各专业和省公司的大数据应用提供经验和技术基础，在寻求良好的应用场景、目标和数据价值实现等方面发挥重要作用。

公司启动并实施了信息通信新技术推动智能电网和一强三优现代公司的创新发展行动计划，组织编制了大数据应用的指导意见，开展了大数据应用建设，鼓励专业单位开展个性化的创新应用。负责运营数据资产的统一管理，逐步探索形成了用数据开展监测、用监测管理数据的管理思路，大力推动数据应用各项工作，努力使数据得到充分的发挥。未来，将发挥多专业技术创新优势，进一步全面推进大数据建设，建立一朵云、一平台、一颗星、多中心、多应用运行模式，依托电力大数据平台建设数据应用中心和卫星资源中心，基于数据为电力企业与政府社会提供智能化服务。

3. 加强数据资产管理，使智能电网价值形态跃升

“数据即资产。”大数据为电力行业带来了新的发展机遇，同时提出了新的挑战。据外媒发布的研究报告显示，到2025年，全球电网资产管理和状态监测解决方案市场规模将增长至65亿美元。为此，必须通过良好的大数据管理，切实提高电力生产、营销及电网运维等方面的管理水平。需要把数据从资产发展成一种商品，让数据像商品一样进行流通，才能产生新的价值。数据资产化以后，数据流动的速度影响数据的价值。数据资产管理的基本原理就是管理资产的方法加上数据的特征，通过数据资产盘点、数据资产评估和数据资产运营三步对数据资产进行管理，其核心就是解决好数据的“存、管、用”问题。

如仅从体量特征和技术范畴来讲，电力大数据是大数据在电力行业的聚焦和子集。但是，电力大数据不仅仅是技术进步，更是涉及整个电力系统在大数据时代发展理念、管理体制和技术路线等方面的重大变革，管理好数据资产将实现智能电网在大数据时代下价值形态的跃升。电力大数据将向什么方向发展？面对众多复杂和不确定性的变化和互动与主动的需求，电网需要快速提升实时感知、高速通信、快速响应的能力，建立起一套智能化体系来应对冲击和挑战，电网不再是传统的物理能源输送网络，而是逐步呈现出物理与信息的融合特性，让电网同时具备计算、通信、控制、协同和自治的能力，未来智能电网的主要特征是信息物理融合。将继续加快大数据能力培育、依托各专业所在应用领域的创新实践，围绕电网公司的业务支撑定位，全面支撑公司安全生产、运营发展与客户服务。在未来的研究中，将努力形成在大数据应用上的鲜明特色，成为对电网的主要技术支撑手段，培育大数据在电网创新中的驱动力。

1.4.2 电力大数据应用系统工程面临的挑战

目前，大数据领域每年都会涌现出大量新的技术，成为大数据获取、存储、处理分析或可视化的有效手段。大数据技术能够将大规模数据中隐藏的信息和知识挖掘出来，为人类社会经济活动提供依据，提高各个领域的运行效率，甚至整个社会经济的集约化程度。

1. 大数据生命周期

在一个典型的大数据技术栈中，底层是基础设施，涵盖计算资源、内存与存储和网

络互联，具体表现为计算节点、集群、机柜和数据中心。在此之上是数据存储和管理，包括文件系统、数据库和类似YARN的资源管理系统。然后是计算处理层，如Hadoop、MapReduce 和Spark，以及在此之上的各种不同计算范式，如批处理、流处理和图计算等，包括衍生出编程模型的计算模型，如BSP、GAS 等。数据分析和可视化基于计算处理层。分析包括简单的查询分析、流分析以及更复杂的分析（如机器学习、图计算等）。查询分析多基于表结构和关系函数，流分析基于数据、事件流以及简单的统计分析，而复杂分析则基于更复杂的数据结构与方法，如图、矩阵、迭代计算和线性代数。一般意义上的可视化是对分析结果的展示。但是通过交互式可视化，还可以探索性地提问，使分析获得新的线索，形成迭代的分析和可视化。基于大规模数据的实时交互可视化分析以及在这个过程中引入自动化的因素是目前研究的热点。

有两个领域垂直打通了上述各层，需要整体、协同地看待。一个领域是编程和管理工具，方向是机器通过学习实现自动最优化、尽量无须编程、无须复杂的配置。另一个领域是数据安全，也是贯穿整个技术栈。除了这两个领域垂直打通各层，还有一些技术方向是跨了多层的，例如“内存计算”事实上覆盖了整个技术栈。

2. 大数据技术生态

大数据的基本处理流程与传统数据处理流程并无太大差异，主要区别在于：大数据要处理大量、非结构化的数据，所以在各处理环节中都可以采用并行处理。目前，Hadoop、MapReduce和Spark等分布式处理方式已经成为大数据处理各环节的通用处理方法。

Hadoop是一个由Apache基金会开发的大数据分布式系统基础架构。用户可以在不了解分布式底层细节的情况下，轻松地在Hadoop上开发和运行处理大规模数据的分布式程序，充分利用集群的威力高速运算和存储。Hadoop 是一个数据管理系统，作为数据分析的核心，汇集了结构化和非结构化的数据，这些数据分布在传统的企业数据栈的每一层。Hadoop也是一个大规模并行处理框架，拥有超级计算能力，定位于推动企业级应用的执行。Hadoop又是一个开源社区，主要为解决大数据的问题提供工具和软件。虽然Hadoop提供了很多功能，但仍然应该把它归类为多个组件组成的Hadoop生态圈，这些组件包括数据存储、数据集成、数据处理和其他进行数据分析的专门工具。Hadoop 的生态系统，主要由HDFS、MapReduce、Hbase、Zookeeper、Oozie、Pig、Hive等核心组件构成，另外包括Sqoop、Flume等框架，用来与其他企业融合。同时，Hadoop 生态系统也在不断增长，新增了Mahout、Ambari、Whirr、BigTop 等内容，以提供更新功能。

基于业务对实时的需求，有支持在线处理的Storm、Cloudar Impala，也有支持迭代计算的Spark 及流处理框架S4。Storm是一个分布式的容错的实时计算系统，由BackType开发，后被Twitter捕获。Storm属于流处理平台，多用于实时计算并更新数据库。Storm也可被用于“连续计算”（Continuous Computation），对数据流做连续查询，在计算时就将结果以流的形式输出给用户。它还可被用于“分布式RPC”，以并行的方式运行昂

贵的运算。Cloudera Impala是由Cloudera开发，一个开源的Massively Parallel Processing（MPP）查询引擎。与Hive 相同的元数据、SQL语法、ODBC 驱动程序和用户接口（HueBeeswax），可以直接在HDFS 或HBase 上提供快速的交互式SQL 查询。Impala是在Dremel的启发下开发的，不再使用缓慢的Hive+MapReduce 批处理，而是通过与商用并行关系数据库中类似的分布式查询引擎（由Query Planner、Query Coordinator 和Query Exec Engine组成），可以直接从HDFS 或者HBase 中用SELECT、JOIN 和统计函数查询数据，从而大大降低了延迟。

Hadoop社区正努力扩展现有的计算模式框架和平台，以便解决现有版本在计算性能、计算模式、系统构架和处理能力上的诸多不足，这正是Hadoop2.0版本YARN的努力目标。各种计算模式还可以与内存计算模式混合，实现高实时性的大数据查询和计算分析。混合计算模式之集大成者当属UC Berkeley AMP Lab 开发的Spark生态系统。Spark是Hadoop MapReduce的通用数据分析集群计算框架，用于构建大规模、低延时的数据分析应用，建立于HDFS之上。Spark提供强大的内存计算引擎，几乎涵盖了所有典型的大数据计算模式，包括迭代计算、批处理计算、内存计算、流式计算（Spark Streaming）、数据查询分析计算（Shark）以及图计算（GraphX）。Spark使用Scala作为应用框架，采用基于内存的分布式数据集，优化了迭代式的工作负载以及交互式查询。与Hadoop不同的是，Spark和Scala紧密集成，Scala像管理本地collective对象那样管理分布式数据集。Spark支持分布式数据集上的迭代式任务，实际上可以在Hadoop文件系统上与Hadoop一起运行（通过YARN、Mesos等实现）。另外，基于性能、兼容性、数据类型的研究，还有Shark、Phoenix、Apache Accumulo、Apache Drill、Apache Giraph、Apache Hama、Apache Tez、Apache Ambari 等其他开源解决方案。预计未来相当长一段时间内，主流的Hadoop平台改进后将与各种新的计算模式和系统共存，并相互融合，形成新一代的大数据处理系统和平台。

3. 大数据采集与预处理

在大数据的生命周期中，数据采集处于第一个环节。根据MapReduce产生数据的应用系统分类，大数据的采集主要有4种来源：管理信息系统、Web信息系统、物理信息系统、科学实验系统。对于不同的数据集，可能存在不同的结构和模式，如文件、XML树、关系表等，表现为数据的异构性。对多个异构的数据集，需要做进一步集成处理或整合处理，将来自不同数据集的数据收集、整理、清洗、转换后，生成到一个新的数据集，为后续查询和分析处理提供统一的数据视图。针对管理信息系统中异构数据库集成技术、Web 信息系统中的实体识别技术和DeepWeb集成技术、传感器网络数据融合技术已经有很多研究工作取得了较大的进展，已经推出了多种数据清洗和质量控制工具，如美国SAS公司的Data Flux、美国IBM公司的Data Stage、美国Informatica公司的Informatica Power Center。

4. 大数据存储与管理

传统的数据存储和管理以结构化数据为主，因此关系数据库系统（RDBMS）可以满

足各类应用需求。大数据往往是以半结构化和非结构化数据为主，以结构化数据为辅，而且各种大数据应用通常是对不同类型的数据内容进行检索、交叉比对、深度挖掘与综合分析。面对这类应用需求，传统数据库无论在技术上还是功能上都难以为继。因此，近几年出现了oldSQL、NoSQL与NewSQL并存的局面。总体上，按数据类型的不同，大数据的存储和管理采用不同的技术路线，大致可以分为3类。第一类主要面对的是大规模的结构化数据。针对这类大数据，通常采用新型数据库集群。它们通过列存储、行列混合存储以及粗粒度索引等技术，结合MPP（Massive Parallel Processing）架构高效的分布式计算模式，实现对PB 量级数据的存储和管理。这类集群具有高性能和高扩展性特点，在企业分析类应用领域已获得广泛应用。第二类主要面对的是半结构化和非结构化数据。应对这类应用场景，基于Hadoop开源体系的系统平台更为擅长。它们通过对Hadoop生态体系的技术扩展和封装，实现对半结构化和非结构化数据的存储和管理。第三类面对的是结构化和非结构化混合的大数据，采用MPP 并行数据库集群与Hadoop 集群的混合来实现对百PB 量级、EB量级数据的存储和管理。一方面，用MPP 来管理计算高质量的结构化数据，提供强大的SQL和OLTP型服务；另一方面，用Hadoop实现对半结构化和非结构化数据的处理，以支持诸如内容检索、深度挖掘与综合分析等新型应用。这类混合模式将是大数据存储和管理的未来发展趋势。

5. 大数据计算模式与系统

计算模式的出现有力推动了大数据技术和应用的发展，使其成为目前最为成功、最广为接受使用的主流大数据计算模式。然而，现实世界中的大数据处理问题复杂多样，难以有一种单一的计算模式涵盖所有不同的大数据计算需求。在研究和实际应用中发现，由于MapReduce主要适合进行大数据线下批处理，在面向低延迟、具有复杂数据关系和复杂计算的大数据问题时有很大的不适应性。因此，近几年来学术界和业界在不断研究并推出多种不同的大数据计算模式。

所谓大数据计算模式，即根据大数据的不同数据特征和计算特征，从多样性的大数据计算问题和需求中提炼并建立的各种高层抽象（abstraction）或模型（model）。例如，MapReduce 是一个并行计算抽象，还有加州大学伯克利分校著名的Spark系统中的“分布内存抽象RDD”、CMU 著名的图计算系统GraphLab 中的“图并行抽象”（Graph Parallel Abstraction）等。传统的并行计算方法主要从体系结构和编程语言的层面定义了一些较为底层的并行计算抽象和模型，但由于大数据处理问题具有很多高层的数据特征和计算特征，因此大数据处理需要更多地结合这些高层特征考虑更为高层的计算模式。

根据大数据处理多样性的需求和不同的特征维度，目前出现了多种典型和重要的大数据计算模式。与这些计算模式相适应，出现了很多对应的大数据计算系统和工具。由于单纯描述计算模式比较抽象和空洞，因此在描述不同计算模式时，将同时给出相应的典型计算系统和工具，这将有助于对计算模式的理解以及对技术发展现状的把握，并且有利于在实际大数据处理应用中选择合适的计算技术和系统工具。

6. 大数据分析与可视化

在大数据时代，人们迫切希望在由普通机器组成的大规模集群上实现高性能的以机器学习算法为核心的数据分析，为实际业务提供服务和指导，进而实现数据的最终变现。与传统的在线联机分析处理OLAP不同，对大数据的深度分析主要基于大规模的机器学习技术。一般而言，机器学习模型的训练过程可以归结为最优化定义于大规模训练数据上的目标函数，并且通过一个循环迭代的算法实现。与传统的OLAP相比较，基于机器学习的大数据分析具有自己独特的特点。

1）迭代性

由于优化问题通常没有闭式解，因此对模型参数确定并非一次能够完成，需要循环迭代多次逐步逼近最优值点。

2）容错性

机器学习的算法设计和模型评价容忍非最优值点的存在，同时多次迭代的特性也允许在循环的过程中产生一些错误，模型的最终收敛不受影响。

3）参数收敛的非均匀性

模型中一些参数经过少数几轮迭代后便不再改变，而有些参数则需要很长时间才能收敛。

这些特点决定了理想的大数据分析系统的设计和其他计算系统的设计有很大不同，直接把传统的分布式计算系统应用于大数据分析，很大比例的资源都浪费在通信、等待、协调等非有效计算上。

作为传统的分布式计算框架，信息传递接口（message passing interface，MPI）虽然编程接口灵活，功能强大，但由于编程接口复杂且对容错性支持不高，无法支撑在大规模数据上的复杂操作，研究人员转而开发了一系列接口简单且容错性强的分布式计算框架服务于大数据分析算法，以MapReduce、Spark和参数服务器ParameterServer等为代表。

分布式计算框架MapReduce将对数据的处理归结为Map和Reduce两大类操作，从而简化了编程接口，并且提高了系统的容错性。但是MapReduce受制于过于简化的数据操作抽象，而且不支持循环迭代，因而对复杂的机器学习算法支持较差，基于MapReduce的分布式机器学习库Mahout需要将迭代运算分解为多个连续的Map 和Reduce 操作，通过读写HDFS文件方式将上一轮次循环的运算结果传入下一轮完成数据交换。在此过程中，大量的训练时间被用于磁盘的读写操作，训练效率非常低。为了解决MapReduce的上述问题，Spark基于RDD定义了包括Map和Reduce在内的更加丰富的数据操作接口。不同于MapReduce 的是Job 中间输出和结果可以保存在内存中，从而不再需要读写HDFS，这些特性使得Spark能更好地适用于数据挖掘与机器学习等需要迭代的大数据分析算法。基于Spark实现的机器学习算法库MLLIB已经显示出了其相对于Mahout的优势，在实际应用系统中得到了广泛使用。

近年来，随着待分析数据规模的迅速扩张，分析模型参数也快速增长，对已有的大

数据分析模式提出了挑战。例如，在大规模话题模型LDA 中，人们期望训练得到百万个以上的话题，因而在训练过程中可能需要对上百亿甚至千亿的模型参数进行更新，其规模远远超出了单个节点的处理能力。为了解决上述问题，研究人员提出了参数服务器（Parameter Server）的概念。在参数服务器系统中，大规模的模型参数被集中存储在一个分布式服务器集群中，大规模的训练数据则分布在不同的工作节点（worker）上，这样每个工作节点只需要保存它计算时所依赖的少部分参数即可，从而有效解决了超大规模大数据分析模型的训练问题。目前参数服务器的实现主要有卡内基梅隆大学的Petuum、PSLit等。

在大数据分析的应用过程中，可视化通过交互式视觉表现的方式来帮助人们探索和理解复杂的数据。可视化与可视分析能够迅速有效地简化与提炼数据流，帮助用户交互筛选大量的数据，有助于使用者更快更好地从复杂数据中得到新的发现，成为用户了解复杂数据、开展深入分析不可或缺的手段。大规模数据的可视化主要是基于并行算法设计的技术，合理利用有限的计算资源，高效地处理和分析特定数据集的特性。通常情况下，大规模数据可视化的技术会结合多分辨率表示等方法，以获得足够的互动性能。在科学大规模数据的并行可视化工作中，主要涉及数据流线化、任务并行化、管道并行化和数据并行化四种基本技术。微软公司在其云计算平台Azure上开发了大规模机器学习可视化平台（Azure Machine Learning），将大数据分析为有向无环图，并以数据流图的方式向用户展示，取得了比较好的效果。在国内，阿里巴巴旗下的大数据分析平台御膳房也采用了类似的方式，为业务人员提供互动式大数据分析平台。

1.4.3 电力大数据应用系统工程的主要研究方向

随着对大数据技术的不断研究，其各个环节的技术发展呈现出新的发展趋势和挑战。2015年12月，中国计算机学会（CCF）大数据专家委员会发布了中国大数据技术与产业发展报告，并对中国大数据技术的研究方向进行了展望，主要包含以下几个方面。

1. 可视化推动大数据平民化

近几年，大数据概念迅速深入人心，大众直接看到的大数据更多的是以可视化的方式体现。可视化是通过把复杂的数据转化为可以交互的图形，帮助用户更好地理解分析数据对象，发现、洞察其内在规律。可视化实际上已经极大拉近了大数据和普通民众的距离，即使对IT技术不了解的普通民众和非技术专业的常规决策者也能够更好地理解大数据及其分析的效果和价值，从而可以充分发挥大数据的价值。建议在大数据相关的研究、开发和应用中，保持相应的比例用于可视化和可视分析。

2. 多学科融合与数据科学的兴起

大数据技术是多学科多技术领域的融合，涉及数学、统计学、计算机类技术、管理

类等，大数据应用更是与多领域产生交叉。这种多学科之间的交叉融合，呼唤并催生了专门的基础性学科——数据学科。基础性学科的夯实，将让学科的交叉融合更趋完美。在大数据领域，从表面上看，许多相关学科的研究方向大不相同；但是从数据的视角看，其实是相通的。随着社会的数字化程度逐步加深，越来越多的学科在数据层面趋于一致，可以采用相似的思想进行统一研究。从事大数据研究的人不仅包括计算机领域的科学家，也包括数学领域的科学家。希望业界对大数据的边界采取一个更宽泛、更包容的姿态，包容所谓的“小数据”，甚至将领域的边界泛化到“数据科学”所对应的整个数据领域和数据产业。建议共同支持“数据科学”的基础研究，并努力将基础研究的成果导入技术研究和应用范畴中。

3. 大数据安全与隐私令人忧虑

大数据带来的安全与隐私问题主要包括3个方面。第一是大数据受到的威胁，也就是常说的安全问题。当大数据技术、系统和应用聚集了大量价值时，必然成为被攻击的目标。第二是大数据的滥用带来的问题和副作用，比较典型的是个人隐私泄露，还包括大数据分析能力带来的商业秘密泄露和国家机密泄露。第三是心智和意识上的安全问题。对大数据的威胁、大数据的副作用、对大数据的极端心智都会阻碍和破坏大数据的发展。建议在大数据的相关研究和开发中，保持一个基础的比例用于相对应的安全研究，让安全方面产生实质性进步的驱动力可能是对大数据的攻击和滥用的负面研究。

4. 新热点融入大数据多样化处理模式

大数据的处理模式更加多样化，Hadoop不再成为构建大数据平台的必然选择。在应用模式上，大数据处理模式持续丰富，批量处理、流式计算、交互式计算等技术面向不同的需求场景，将持续丰富和发展；在实现技术上，内存计算将继续成为提高大数据处理性能的主要手段，相对传统的硬盘处理方式，在性能上有了显著提升。特别是开源项目Spark，目前已经被大规模应用于实际业务环境中，并发展成为大数据领域最大的开源社区。Spark拥有流计算、交互查询、机器学习、图计算等多种计算框架，支持Java、Scala、Python、R等语言接口，使得数据使用效率大大提高，吸引了众多开发者和应用厂商的关注。值得说明的是，Spark系统可以基于Hadoop 平台构建，也可以不依赖Hadoop平台独立运行。

很多新的技术热点持续融入大数据的多样化模式中，形成了一个更加多样平衡的发展路径，也满足了大数据的多样化需求。建议将大数据研究和开发有意识地链接和融入大数据技术生态中，或者利用技术生态的成果，或者回馈技术生态。

5. 深度分析推动大数据智能应用

在学术技术方面，深度分析会继续成为一个代表，推动整个大数据智能的应用。这里谈到的智能，尤其强调涉及人的相关能力延伸，如决策预测、精准推荐等。这些涉及人的

思维、影响、理解的延展，都将成为大数据深度分析的关键应用方向。

相较于传统机器学习算法，深度学习提出了一种让计算机自动学习产生特征的方法，并将特征学习融入建立模型的过程中，从而减少了人为设计特征引发的不完备。深度学习借助深层次神经网络模型，能够更加智能地提取数据不同层次的特征，对数据进行更加准确有效的表达。而且训练样本数量越大，深度学习算法相对传统机器学习算法就越有优势。

目前，深度学习已经在容易积累训练样本数据的领域（如图像分类、语音识别、问答系统）获得了重大突破，并取得了成功的商业应用。随着越来越多的行业和领域逐步完善数据的采集和存储，深度学习的应用会更加广泛。由于大数据应用的复杂性，多种方法的融合将是持续的常态。建议保持对于智能技术发展的持续关注，在各自的分析领域（如在策划阶段、技术层面、实践环节等）尝试深度学习。

6. 开源、测评、大赛催生良性人才与技术生态

大数据是应用驱动，技术发力，技术与应用一样至关重要。决定技术的是人才及其技术生产方式。开源系统将成为大数据领域的主流技术和系统选择。以Hadoop为代表的开源技术拉开了大数据技术的序幕，大数据应用的发展又促进了开源技术的进一步发展。开源技术的发展降低了数据处理的成本，引领大数据生态系统的蓬勃发展，同时也给传统数据库厂商带来了挑战。新的替代性技术，都是新技术生态对于旧技术生态的侵蚀、拓展和进化。

对数据处理的能力、性能等进行测试、评估、标杆比对的第三方形态出现，并逐步成为热点。相对公正的技术评价有利于优秀技术占领市场，驱动优秀技术的研发生态。各类创业创新大赛纷纷举办，为人才的培养和选拔提供了新模式。大数据技术生态是一个复杂的环境。“开源”会一如既往地占据主流，而测评和大赛将形成突破性发展。建议不要闭门搞大数据技术和系统，要开门融入世界性的技术生态中。

大数据技术的兴起正在完成对各传统领域的颠覆。全球范围内，运用大数据推动经济发展、完善社会治理、提升政府服务和监管能力正成为趋势。各国已相继制定了实施大数据战略性文件，大力推动大数据发展和应用。从全球大数据发展的趋势来看，大数据产业推动社会生产要素的网络化共享、集约化整合、协作开发和高效利用，改变了传统的生产方式和经济运行机制，可显著提升经济运行水平和效率。中国是数据生产大国。目前，中国互联网、移动互联网用户规模居全球第一，拥有丰富的数据资源和应用市场优势。如果能在大数据管理和分析技术的研发与应用方面取得突破，可持续推动互联网创新企业和创新应用的高速成长。

第2章
电力大数据应用工程技术基础理论

本章的主要内容包括大数据应用工程技术基础理论，数据库及数据采集分析基本方法，大数据产业发展的重点任务和重大工程。



2.1 大数据应用工程技术基础理论

本节主要内容包括大数据（Big Data）基本概念、电力大数据应用工程技术基本概念、大数据时代新思维理论、大数据时代驱动基本原理。

2.1.1 大数据基本概念

1. 大数据的基本定义

大数据是指那些数据量特别大、数据类别特别复杂的数据集，这种数据集无法用传统的数据库进行存储、管理和处理。大数据的主要特点为数据量大（Volume）、数据类别复杂（Variety）、数据处理速度快（Velocity）和数据真实性高（Veracity），合称为4V。

大数据中的数据量达到了PB级别。在这庞大的数据之中，不仅包括结构化数据（如数字、符号等），还包括非结构化数据（如文本、图像、声音、视频等）。这使得大数据的存储、管理和处理很难利用传统的关系型数据库去完成。在大数据之中，有价值的信息往往深藏其中。这就要求对大数据的处理速度要非常快，才能在短时间内从大量的复杂数据之中获取有价值的信息。在大数据的大量复杂的数据之中，通常不仅包含真实的数据，一些虚假的数据也混杂其中。这就需要在大数据的处理过程中将虚假的数据剔除，利用真实的数据来分析得出真实的结果。

2. 大数据分析（Big Data Analysis）

大数据，表面上看就是大量复杂的数据，这些数据本身的价值并不高，但是对这些大量复杂的数据进行分析处理后，却能从中提炼出很有价值的信息。对大数据的分析，主要分为5个方面：可视化分析（Analytic Visualization）、数据挖掘算法（Date Mining Algorithms）、预测性分析能力（Predictive Analytic Capabilities）、语义引擎（Semantic Engines）和数据质量管理（Data Quality Management）。

（1）可视化分析是普通消费者常常可以见到的一种大数据分析结果的表现形式，比如，百度制作的“百度地图春节人口迁徙大数据”就是典范案例之一。可视化分析将大量

复杂的数据自动转化成直观形象的图表，使其能够更加容易地被普通消费者接受和理解。

（2）数据挖掘算法是大数据分析的理论核心，其本质是一组根据算法事先定义好的数学公式，将收集到的数据作为参数变量带入其中，从而能够从大量复杂的数据中提取到有价值的信息。著名的“啤酒和尿布”的故事就是数据挖掘算法的经典案例。沃尔玛通过对啤酒和尿布购买数据的分析，挖掘出以前未知的两者间的联系，并利用这种联系，提升了商品的销量。亚马逊的推荐引擎和谷歌的广告系统都大量使用了数据挖掘算法。

（3）预测性分析能力是大数据分析最重要的应用领域。从大量复杂的数据中挖掘出规律，建立起科学的事件模型，通过将新的数据带入模型，就可以预测未来的事件走向。预测性分析能力常常被应用在金融分析和科学研究领域，用于股票预测或气象预测等。

（4）语义引擎是机器学习的成果之一。过去，计算机对用户输入内容的理解仅仅停留在字符阶段，不能很好地理解输入内容的意思，因此常常不能准确地了解用户的需求。通过对大量复杂的数据进行分析，让计算机自我学习，可以使计算机尽量精确地了解用户输入内容的意思，从而把握住用户的需求，提供更好的用户体验。苹果的Siri和谷歌的Google Now都采用了语义引擎。

（5）数据质量管理是大数据在企业领域的重要应用。为了保证大数据分析结果的准确性，需要将大数据中不真实的数据剔除掉，保留最准确的数据。这就需要建立有效的数据质量管理系统，分析收集到的大量复杂的数据，挑选出真实有效的数据。

3. 分布式计算（Distributed Computing）

对于如何处理大数据，计算机科学界有两大方向。第一个方向是集中式计算，通过不断增加处理器的数量来增强单个计算机的计算能力，从而提高处理数据的速度。第二个方向是分布式计算，把一组计算机通过网络相互连接组成分散系统，然后将需要处理的大量数据分散成多个部分，交由分散系统内的计算机组同时计算，最后将这些计算结果合并得到最终的结果。尽管分散系统内的单个计算机的计算能力不强，但是由于每个计算机只计算一部分数据，而且是多台计算机同时计算，所以就分散系统而言，处理数据的速度会远高于单个计算机。

过去，分布式计算理论比较复杂，技术实现比较困难，在处理大数据方面，集中式计算一直是主流解决方案。大型机就是集中式计算的典范硬件，很多银行和政府机构都用它处理大数据。不过，当时的互联网公司把研究方向放在了可以使用在廉价计算机上的分布式计算上。

4. 服务器集群（Server Cluster）

服务器集群是一种提升服务器整体计算能力的解决方案。它是由互相连接在一起的服务器群所组成的一个并行式或分布式系统。服务器集群中的服务器运行同一个计算任务。因此，从外部看，这群服务器表现为一台虚拟的服务器，对外提供统一的服务。

尽管单台服务器的运算能力有限，但是将成百上千的服务器组成服务器集群后，整个

系统就具备了强大的运算能力，可以支持大数据分析的运算负荷。Google、Amazon、阿里巴巴的计算中心里的服务器集群都达到了5000台服务器的量级。

2.1.2 电力大数据应用工程技术基本概念

电力大数据是大数据理念、技术和方法在电力行业的实践。电力大数据涉及发电、输电、变电、配电、用电、调度各环节，是跨单位、跨专业、跨业务的数据分析与挖掘，以及数据可视化。电力大数据由结构化数据和非结构化数据构成，随着智能电网建设和物联网的应用，非结构化数据呈现快速增长的势头，其数量将大大超过结构化数据。电力大数据的特性满足大数据的5个特性：数据量大（Volume）、处理速度快（Velocity）、数据类型多（Variety）、价值大（Value）、精确性高（Veracity）。

电力大数据的应用，一方面是与宏观经济、人民生活、社会保障、道路交通灯信息融合，促进经济社会发展；另一方面是电力行业或企业内部，跨专业、跨单位、跨部门的数据融合，提升行业、企业管理水平和经济效益。电力大数据对电力数据进行分析挖掘，得到信息，然后将信息转化为知识，最后通过可视化展现与表达，与人们进行分享。电力大数据技术满足电力数据飞速增长，满足各专业工作需要，满足提高电力工业发展需要，服务经济发展需要。电力大数据技术包括高性能计算、数据挖掘、统计分析、数据可视化等。

电力主数据是企业内部关于核心业务实体的参照数据，为企业信息提供统一的视图。企业主数据的统一管理和应用是消除数据冗余、提升数据质量的关键。组织机构、会计科目、资产、物料、供应商、项目、设备、客户等反映企业核心资源的业务对象，都应纳入企业级主数据管理范畴。

根据电力业务实际，对主数据采取两类管理策略。一类是由企业主数据管理系统作为数据唯一入口，包括物资、项目、供应商、组织机构等相关主数据；另一类是针对设备、资产、客户等相关主数据，与业务关系密切，变更复杂，由相关业务系统作为数据唯一入口。所有主数据同步到主数据管理系统后向各应用发布，各应用系统以主数据管理系统中的内容为准，确保“源端唯一、一处维护、多处使用”。

电力主数据管理需要在技术上和管理上分别采取有效措施。技术上，需要企业级主数据管理系统的支撑，实现主数据采集、审核、分发等功能；管理上，要分业务领域明确主数据的责任部门，并建立相应管理流程。通过技术和管理的手段，建立统一高效的数据管理域，通过管理与技术手段持续的有序的优化治理，将有效推进企业数据的规范化、标准化，大幅提升数据质量，逐步形成数据流向清晰、标准统一、交互高效的数据服务能力，将极大简化企业业务融合难度，提升业务协作效率，有效避免大量的人工维护数据对应关系的工作量，有效降低信息化建设运营成本，为公司开创信息化服务新局面打好坚实基础。例如，目前ERP、PMS、营销等系统各自根据业务需要，独立维护一套组织机构，因编码、命名规范不统一，难以通过组织机构关联、贯通各类业务数据。通过将组织机构纳

入主数据管理体系，规范组织机构对象，实现组织机构在各个系统中的统一发布和更新，提供统一的访问视图和管理视角，将项目工程建设、资产设备运营和资金筹措等相关业务数据关联贯通，可以有效地避免上述问题。

2.1.3　大数据时代新思维理论

大数据思维是客观存在，大数据思维是新的思维观。用大数据思维方式思考和解决问题是当下的企业潮流。大数据思维开启了一次重大的时代转型。

1. 从功能是价值转变为数据是价值

大数据真正有意思的是数据变得在线了，这个恰恰是互联网的特点。在非互联网时期，产品的功能一定是它的价值；在互联网时代，数据一定是产品的价值。

大数据的真正价值在于创造，在于填补无数个还未实现过的空白。有人把数据比喻为蕴藏能量的煤矿，煤炭按照性质有焦煤、无烟煤、肥煤、贫煤等分类，而露天煤矿、深山煤矿的挖掘成本又不一样。与此类似，大数据并不在“大”，而在于“有用”，价值含量、挖掘成本比数量更为重要。不管大数据的核心价值是不是预测，但是基于大数据形成决策的模式已经为不少企业带来了盈利和声誉。

数据能告诉我们每个客户的消费倾向，他们想要什么，喜欢什么，每个人的需求有哪些区别，哪些又可以被集合到一起来进行分类。大数据是数据数量上的增加，以至于能够实现从量变到质变。举例来说，这里有一个人在骑马的场景，每分钟，每秒都要拍一张照片，但随着处理速度越来越快，从1分钟1张到1秒钟1张，突然到1秒钟10张后，就产生了电影。当数量的增长实现质变时，就从照片变成了电影。

用数据价值思维方式思考和解决问题时，信息总量的变化导致信息形态的变化，量变引发了质变，最先经历信息爆炸的学科，如天文学和基因学，创造出了“大数据”这个概念。如今，这个概念几乎应用到了所有人类致力发展的领域中。从功能为价值转变为数据为价值，说明数据和大数据的价值在扩大，数据为“王”的时代出现了。数据被解释是信息，信息常识化是知识，所以说数据解释、数据分析能产生价值。

2. 从抽样转变为全部数据样本原理

需要全部数据样本而不是抽样，不知道的事情比知道的事情更重要，但如果现在数据足够多，它会让人能够看得见、摸得着规律。数据这么大、这么多，所以人们觉得有足够的能力把握未来，根据对不确定状态的一种判断做出自己的决定。这些东西听起来都是非常原始的，但是实际上背后的思维方式和今天所讲的大数据是非常像的。

在大数据时代，无论是商家还是信息的搜集者，会比我们更知道自己可能会想干什么。现在的数据还没有被真正挖掘，如果真正挖掘的话，通过信用卡消费的记录，可以成功预测未来五年内的情况。统计学中最基本的一个概念是全部样本才能找出规律。为什么

能够找出行为规律？一个更深层的概念是人和人是一样的。一个人可能很有个性，但当人口样本数量足够大时，就会发现其实每个人都是一模一样的。

用全数据样本思维方式思考和解决问题时，从抽样中得到的结论总是有水分的，而从全部样本中得到的结论的水分就很少，大数据越大，真实性也就越高，因为大数据包含了全部的信息。

3. 从注重精确度转变为注重效率

注重效率而不是精确度，大数据标志着人类在寻求量化和认识世界的道路上前进了一大步。过去不可计量、存储、分析和共享的很多东西都被数据化了，拥有大量的数据和更多不那么精确的数据为我们理解世界打开了一扇新的大门。大数据能提高生产效率和销售效率，原因是大数据能够让我们知道市场的需要、人的消费需要。大数据让企业的决策更科学，由注重精确度转变为注重效率，大数据分析能提高企业的效率。

在利用互联网、大数据提高企业效率的趋势下，快速就是效率，预测就是效率，预见就是效率，变革就是效率，创新就是效率、应用就是效率。竞争是企业的动力，而效率是企业的生命，效率低与效率高是衡量企业成败的关键。一般来讲，投入与产出比是效率，追求高效率也就是追求高价值。手工、机器、自动机器、智能机器之间的效率是不同的，智能机器效率更高，已能代替人的思维劳动。智能机器的核心是大数据制动，而大数据制动的速度更快。在快速变化的市场，快速预测、快速决策、快速创新、快速定制、快速生产、快速上市成为企业行动的准则，也就是说，速度就是价值，效率就是价值，而这一切离不开大数据思维。

大数据思维有点像混沌思维，确定与不确定交织在一起，过去那种一元思维结果已被二元思维结果取代。过去寻求精确度，现在寻求高效率；过去寻求因果性，现在寻求相关性；过去寻找确定性，现在寻找概率性，对不精确的数据结果已能容忍。只要大数据分析指出可能性，就会有相应的结果，从而为企业快速决策、快速动作、抢占先机提高了效率。

4. 从因果关系转变为注重相关性

关注相关性而不是因果关系，社会需要放弃它对因果关系的渴求，而仅需关注相关关系，也就是说只需要知道是什么，而不需要知道为什么。这就推翻了自古以来的惯例，而我们做决定和理解现实的最基本方式也将受到挑战。

大数据思维一个最突出的特点，就是从传统的因果思维转向相关思维，传统的因果思维要求一定要找到一个原因，推出一个结果来。使用大数据思维时，没有必要找到原因，不需要科学的手段来证明这个事件和那个事件之间有一个必然先后关联发生的因果规律。使用大数据思维时，只需要知道，出现这种迹象的时候，这个数据统计的高概率显示它会有相应的结果，那么只要发现这种迹象的时候，就可以做决策。这和以前的思维方式很不一样，它是一种有点反科学的思维，科学要求实证，要求找到准确的因果关系。

在这个不确定的时代里面，等找到准确的因果关系，再去办事的时候，这个事情早已经不值得办了。所以“大数据”时代的思维有点回归了工业社会的机械思维——按某个按钮，一定会出现相应的结果。从农业社会往前推，不需要找到中间非常紧密的明确的因果关系，而只需要找到相关关系，只需要找到迹象就可以了。社会因此放弃了寻找因果关系的传统偏好，开始挖掘相关关系的好处。

全世界的商界人士都在高呼大数据时代来临的优势：一家超市如何从一个女性的购物清单中，发现了她已怀孕的事实；或者将啤酒与尿不湿放在一起销售，神奇地提高了双方的销售额。大数据透露出来的信息有时确实会引起颠覆。比如，腾讯的一项针对社交网络的统计显示，爱看家庭剧的男人是女性的两倍还多；最关心金价的是中国大妈，但紧随其后的却是90后。在过去的一年中，支付宝中无线支付比例排名前十的竟然全部在青海省、西藏自治区和内蒙古自治区。

寻找原因是一种现代社会的一神论，大数据推翻了这个论断。过去寻找原因的信念正在被“更好”的相关性取代。当世界由探求因果关系变成挖掘相关关系，怎样才能既不损坏建立在因果推理基础之上的社会繁荣和人类进步的基石，又取得实际的进步呢？这是值得思考的问题。转向相关性，不是不要因果关系，因果关系还是基础，科学的基石还是要的。只是在高速信息化的时代，为了得到即时信息，实时预测，在快速的大数据分析技术中，寻找到相关性信息，就可预测用户的行为，为企业快速决策提供提前量。

5. 从企业生产产品转变为由客户定制产品

下一波的改革是大规模定制，为大量客户定制产品和服务，成本低，兼具个性化。比如，消费者希望他买的车有红色、绿色，厂商有能力满足要求，但价格又不至于像手工制作那般让人无法承担。因此，在厂家可以负担得起大规模定制带来的高成本的前提下，要真正做到个性化产品和服务，就必须对客户需求有很好的了解，这背后就需要依靠大数据技术。

大数据改变了企业的竞争力。定制产品是一个很好的技术，但是能不能够形成企业的竞争力呢？在产业经济学里面有一个很重要的区别，就是生产力和竞争力的区别。假如一个东西是具有生产力的，当这种生产力变成一种通用生产力的时候，就不能形成竞争力。因为每个人，每个企业都有这个生产力的时候，只能提高自己的生产力。例如，从没有车到有车，活动半径、运行速度会大大提升，但是当其他人都没有车，而你有车时，就会形成竞争力。大数据也一样，你有大数据定制产品，而别人没有，就会形成竞争力。

在互联网大数据时代，商家最后很可能可以针对每一个顾客进行精准的价格歧视。现在的很多行为是比较粗放的，例如，航空公司会给我们里程卡，根据飞行公里数来累计里程，但其实不同顾客所飞行的不同里程对航空公司的利润贡献是不一样的。有一天，某位顾客可能会收到一封信，“恭喜先生，您已经被我们选为幸运顾客，我们提前把您升级到白金卡。”这说明这个顾客对航空公司的贡献已经够多了。有一天银行说，“恭喜您，您的额度又被提高了，”就说明钱花得已经太多了。

正因为在大数据规律面前，每个人的行为都跟别人一样，没有本质变化，所以商家会比消费者更了解消费者的行为。也许你正在想，工作了一年很辛苦，要不要去哪里度假？打开E-mail，就可以看到航空公司、旅行社的邮件。

大数据时代让企业找到了定制产品、订单生产、用户销售的新路子。用户在家购买商品已成为趋势，快递的快速让用户体验到实时购物的快感，进而成为网购迷，个人消费不是减少了，反而是增加了。为什么企业要互联网化、大数据化，也许正是这个原因。2000万家互联网网店的出现，说明数据广告、数据传媒的重要性。

企业产品直接销售给用户，省去了中间流通环节，使产品的价格可以以出厂价销售，让消费者获得好处，网上产品便宜成为用户的信念，网购市场形成了。要让用户成为产品的粉丝，就必须了解用户需要，定制产品满足了用户的心愿，也就成为企业发展的新方向。

2.1.4 大数据时代驱动基本原理

1. 从“流程”驱动转变为“数据”驱动

大数据时代，计算模式也发生了转变，已经从“流程”驱动转变为“数据”驱动。Hadoop体系的分布式计算框架已经是以“数据”为核心的范式。非结构化数据及分析需求将改变IT系统的升级方式：从简单增量到架构变化。

IBM使用以数据为中心的设计，目的是降低在超级计算机之间进行大量数据交换的必要性。大数据下，云计算找到了破茧重生的机会，在存储和计算上都体现了以数据为核心的理念。云计算为大数据提供了有力的工具和途径，大数据为云计算提供了很有价值的用武之地。而大数据比云计算更为落地，可有效利用已大量建设的云计算资源。

科学进步越来越多地由数据来推动，海量数据给数据分析既带来了机遇，也构成了新的挑战。大数据往往是利用众多技术和方法，综合源自多个渠道、不同时间的信息而获得的。为了应对大数据带来的挑战，我们需要新的统计思路和计算方法。

2. 从人找信息转变为信息找人

互联网和大数据的发展，是一个从人找信息到信息找人的过程。先是人找信息，人找人，信息找信息，现在是信息找人的时代。一方面回到了一种最初的模式，但是也不一样。例如，广播模式是信息找人，但是有一个缺陷，不知道受众是谁。后来互联网反其道而行，提供搜索引擎技术，让受众知道如何找到所需要的信息，所以搜索引擎是一个很关键的技术。

今天，后搜索引擎时代已经正式来到。什么叫作后搜索引擎时代呢？使用搜索引擎的频率会大大降低，使用的时长也会大大缩短。为什么使用搜索引擎的频率在下降？时长在下降？原因是推荐引擎的诞生。从人找信息到信息找人越来越成为一个趋势，推荐引擎

知道受众要找的信息，所以是最好的技术。乔布斯说，让人感受不到技术的技术是最好的技术。

大数据还改变了信息优势。按照循证医学，现在治病的第一件事情不是去研究病理学，而是拿过去的数据去研究，相同情况下是如何治疗的。这导致专家和普通人之间的信息优势没有了。原来相信医生，因为医生知道得多，但现在可以到网络上查一下，知道自己得了什么病。

网络有一个机器翻译的团队，早期在翻译之后的文字根本看不懂，但是现在60%的内容都能读得懂。谷歌机器翻译团队里有一个笑话：从团队每离开一个语言学家，翻译质量就会提高一个层次。越是专家越搞不明白，但打破常规让数据说话，得到真理的速度反而更快。

从人找信息到信息找人，是交互时代的一个转变，也是智能时代的要求。智能机器已不是冷冰冰的机器，而是具有一定智能的机器。信息找人预示着大数据时代可以让信息找人，原因是企业懂用户，机器懂用户，受众需要什么信息，企业和机器会提前知道，而且会主动提供受众需要的信息。

3. 从人懂机器转变为机器懂人

不是让人更懂机器，而是让机器更懂人，或者说是能够在使用者很“笨”的情况下，仍然可以使用机器。甚至不是让人懂环境，而是让环境来适应人，某种程度上自然环境不能这样讲，但是在数字化环境中已经是趋势，世界越来越趋向于它更适应我们，更懂我们。如果企业能够真正做到让机器更懂人，让环境更懂人，让我们随身携带的整个的生活、世界更懂得我们的话，那一定更具有竞争力，而“大数据”技术能够助企业一臂之力。

让机器懂人，是让机器具有学习的功能。人工智能已转变为研究机器学习。大数据分析要求机器更智能，具有分析能力，机器即时学习变得更重要。机器学习是指计算机利用经验改善自身性能的行为。机器学习主要研究如何使用计算机模拟和实现人类获取知识（学习）的过程，创新重构已有的知识，从而提升自身处理问题的能力，机器学习的最终目的是从数据中获取知识。

大数据技术的核心目标之一是要从体量巨大、结构繁多的数据中挖掘出隐蔽其后的规律，从而使数据发挥最大化的价值。由计算机代替人去挖掘信息，获取知识，从各种各样的数据（包括结构化、半结构化和非结构化数据）中快速获取有价值的信息，就是大数据技术。在大数据分析中，半监督学习、集成学习、概率模型等技术尤为重要。

机器从没有常识到逐步有点常识，这是很大的变化。去年，美国人把一台云计算机送到大学里去进修，增加知识和常识。最近，俄罗斯人开发的一个软件通过了图林测试，表明计算机已初步具有智能。

让机器懂人，这是人工智能的成功，也是人的大数据思维转变。机器、软件和服务是否更懂人？将是衡量一个机器、一款软件、一项服务好坏的标准。人机关系已发生了很大

变化，由人机分离转型为人机沟通、人机互补、机器懂人，现在的年轻人已离不开智能手机就是一个很好的例证。在互联网大数据时代，机器什么都知道，正是因为有大数据库，机器可从中搜索到相关数据，从而使机器懂人。如果机器更懂人，那么机器的价值更高。

4. 机器学习实现预测

大数据的核心就是事物预测性，而且体现在很多方面。大数据不是要教机器像人一样思考，相反，它把数学算法运用到海量的数据上以预测事情发生的可能性。正因为在大数据规律面前，虽然每个人的行为都不一样，但是本质没有变化，所以商家会比消费者更了解消费者的行为。

世界杯预测模型的方法与其他事件的模型相同，诀窍就是在预测中去除主观性，让数据说话。预测性数学模型不算新事物，但它们正变得越来越准确。在这个时代，数据分析能力终于开始赶上数据收集能力，分析师不仅有比以往更多的信息可用于构建模型，也拥有在很短时间内通过计算机将信息转化为相关数据的技术。

几年前，在每场比赛结束以后才能获取所有数据。现在，数据是自动实时发送的，这让预测模型能获得调整且更准确。微软世界杯预测模型的成绩说明了其实力，它的成功为大数据的力量提供了强有力的证明，利用同样的方法还可预测选举或关注股票。类似的大数据分析正用于商业、政府、经济学和社会科学等领域，它们都是对原始数据进行分析。

我们已经进入用数据进行预测的时代，虽然人们可能无法解释其背后的原因。如果一个医生只要求病人遵从医嘱，却没法说明医学干预的合理性的话，情况会怎么样呢？实际上，这是依靠大数据取得病理分析的医生们一定会做的事情。

随着系统接收到的数据越来越多，通过记录找到最好的预测与模式，就可以对系统进行改进。它通常被视为是人工智能的一部分，或者更确切地说，被视为一种机器学习。真正的革命并不在于分析数据的机器，而在于数据本身和如何运用数据。一旦把统计学和大规模的数据融合在一起，将会颠覆很多原来的思维模式。现在能够成为数据的东西越来越多，计算和处理数据的能力也越来越强，所以大家突然发现这个东西很有意思。

互联网、移动互联网和云计算机保证了大数据实时预测的可能性，也为企业和用户提供了实时预测和相关性预测的信息，让企业和用户抢占先机。由于大数据的全样本性，人和人都是一样的，所以云计算机软件预测的效率和准确性大大提高，有某种迹象，就有某种结果。数据预测、数据记录预测、数据统计预测、数据模型预测、数据分析预测、数据模式预测、数据深层次信息预测等，已转变为大数据预测、大数据记录预测、大数据统计预测、大数据模型预测、大数据分析预测、大数据模式预测、大数据深层次信息预测。

5. 数据提升电子商务智能

商务智能在大数据时代获得了重新定义。

传统企业在掌握了“大数据”技术应用途径之后，会有一种豁然开朗的感觉，就像

在黑屋子里面找东西，找不到，突然碰到了一个开关，发现那么费力地找东西，原来很容易找得到。大数据思维，事实上不是一个全称判断，只是对人们所处的时代某一个维度的描述。

在大数据时代，大数据并不是所有。哪怕是在互联网和IT领域，它也不是全部，但是在这个时代特征里加上了这么一道很明显的光，会导致人们对以前的生存状态或生活状态有了差异化的表达。

大数据可以使软件更智能。尽管当今仍处于大数据时代来临的前夕，但在人们的日常生活已经离不开它了。例如，具有“自动改正”功能的智能手机通过分析以前的输入内容，将个性化的新词添加到手机词典里。在不久的将来，许多现在单纯依靠人类判断力的领域都会被计算机系统改变甚至取代。计算机系统可以发挥作用的领域远远不止驾驶和交友，还可以处理更多更复杂的任务。别忘了，亚马逊可以帮人们推荐想要的书，谷歌可以为关联网站排序，Facebook知道人们的喜好，而linkedIn可以猜出我们认识谁。

当然，同样的技术可以用于疾病诊断、推荐治疗措施，甚至是识别潜在犯罪分子。或者说，在人们不知情的情况下，体检公司、医院就会提醒你赶紧去做检查，否则可能会得某些病。就像互联网通过给计算机添加通信功能而改变了世界，大数据也将改变人们生活中最重要的方面，因为它创造了前所未有的可量化维度。

人脑思维与机器思维有很大差别，但机器思维在速度上是取胜的，而且智能软件在很多领域已能代替人脑思维。例如，美国一家媒体公司已采用电脑智能软件写稿，可用率已达70%。云计算机已能处理超字节的大数据量，人们需要的所有信息都可得到显现，而且每个人的互联网行为都可记录，这些记录的大数据经过云计算处理能产生深层次信息，经过大数据软件挖掘，企业需要的商务信息都能实时提供，为企业决策和营销、定制产品等提供了大数据支持。

2.2 数据库及数据采集分析基本方法

本节主要介绍数据及数据库基本概念、数据采集主要功能及特点、数据处理与数据分析方法。

2.2.1 数据及数据库基本概念

1. 数据

在计算机系统中，各种字母、数字符号的组合、语音、图形、图像等统称为数据，数据经过加工后就成为信息。在计算机科学中，数据是指所有能输入到计算机并被计算机程

序处理的符号的介质的总称，是用于输入电子计算机进行处理，具有一定意义的数字、字母、符号和模拟量等的通称。数字数据在某个区间内是离散的值。

1）按性质分

①定位的数据，如各种坐标数据；②定性的数据，如表示事物属性的数据（居民地、河流、道路等）。③定量的反映事物数量特征的数据，如长度、面积、体积等几何量或重量、速度等物理量。④定时的反映事物时间特性的数据，如年、月、日、时、分、秒等。

2）按表现形式分

①数字数据，如各种统计或量测数据。②模拟数据，由连续函数组成，是指在某个区间连续变化的物理量，又可以分为图形数据（如点、线、面）、符号数据、文字数据和图像数据等，如声音的大小和温度的变化等。

3）按记录方式分

数据可分为地图、表格、影像、磁带、纸带。

4）按数字化方式分

数据可分为矢量数据、格网数据等。在地理信息系统中，数据的选择、类型、数量、采集方法、详细程度、可信度等取决于系统应用目标、功能、结构和数据处理、管理与分析的要求。

2. 数据库的特点

数据库不同层次之间的联系是通过映射进行转换的。数据库具有以下主要特点。

1）实现数据共享

数据共享包含所有用户可同时存取数据库中的数据，也包括用户可以用各种方式通过接口使用数据库，并提供数据共享。

2）减少数据的冗余度

同文件系统相比，数据库实现了数据共享，从而避免了用户各自建立应用文件。减少了大量重复数据，减少了数据冗余，维护了数据的一致性。

3）数据的独立性

数据的独立性包括数据库的逻辑结构和应用程序相互独立，也包括数据物理结构的变化不影响数据的逻辑结构。

4）实现数据集中控制

在文件管理方式中，数据处于一种分散的状态，不同的用户或同一用户在不同处理中其文件之间毫无关系。利用数据库可对数据进行集中控制和管理，并通过数据模型表示各种数据的组织以及数据间的联系。

5）数据一致性和可维护性，以确保数据的安全性和可靠性

主要包括：①安全性控制，防止数据丢失、错误更新和越权使用。②完整性控制，保证数据的正确性、有效性和相容性。③并发控制，在同一时间周期内，允许对数据实现多路存取，又防止用户之间的不正常交互作用。④故障的发现和恢复，由数据库管理系统提

供一套方法，可及时发现故障和修复故障，从而防止数据被破坏。

3. 数据仓库及其特点

数据仓库（Data Warehouse，DW）是一个面向主题的（subject oriented）集成的（integrate）相对稳定的（non-volatile）反映历史变化（time variant）的数据集合，用于支持管理决策。对于数据仓库的概念可以从两个层次予以理解。首先，数据仓库用于支持决策，面向分析型数据处理，它不同于企业现有的操作型数据库；其次，数据仓库是对多个异构的数据源有效集成，集成后按照主题进行重组并包含历史数据，而且存放在数据仓库中的数据一般不再修改。

根据数据仓库概念的含义，数据仓库有以下4个特点。

1）面向主题的

操作型数据库的数据组织面向事务处理任务，各个业务系统之间各自分离，而数据仓库中的数据是按照一定的主题进行组织。主题是一个抽象的概念，是指用户使用数据仓库进行决策时所关心的重点方面，一个主题通常与多个操作型信息系统相关。

2）集成的

面向事务处理的操作型数据库通常与某些特定的应用相关，数据库之间相互独立，并且往往是异构的。数据仓库中的数据是在对原有分散的数据库数据抽取、清理的基础上经过系统加工、汇总和整理得到的，必须消除源数据中的不一致性，以保证数据仓库内的信息是关于整个企业的一致的全局信息。

3）相对稳定的

操作型数据库中的数据通常实时更新，数据根据需要及时发生变化。数据仓库的数据主要供企业决策分析之用，所涉及的数据操作主要是数据查询，一旦某个数据进入数据仓库，一般情况下将被长期保留。数据仓库中一般有大量的查询操作，但修改和删除操作很少，通常只需要定期加载刷新。

4）反映历史变化的

操作型数据库主要关心当前某一个时间段内的数据，而数据仓库中的数据通常包含历史信息，系统记录了企业从过去某一时点（如开始应用数据仓库的时点）到目前的各个阶段的信息，通过这些信息，可以对企业的发展历程和未来趋势做出定量分析和预测。

企业数据仓库的建设是以现有企业业务系统和大量业务数据的积累为基础。数据仓库不是静态的概念，只有把信息及时交给需要这些信息的使用者，帮助其做出改善其业务经营的决策，信息才能发挥作用，信息才有意义。把信息加以整理归纳和重组，并及时提供给相应的管理决策人员，是数据仓库的根本任务。因此，从产业界的角度看，数据仓库建设是一个工程，是一个过程。

数据库是依照某种数据模型组织起来并存放于二级存储器中的数据集合。这种数据集合的特点是：尽可能不重复，以最优方式为某个特定组织的多种应用服务，其数据结构独立于使用它的应用程序，对数据的增、删、改和检索由统一软件进行管理和控制。从发展

的历史看，数据库是数据管理的高级阶段，它是由文件管理系统发展起来的。

4. 数据仓库的层次

数据库的基本结构分三个层次，反映了观察数据库的三种不同角度。

1）物理数据层

它是数据库的最内层，是物理存贮设备上实际存储的数据的集合。这些数据是原始数据，是用户加工的对象，由内部模式描述的指令操作处理的位串、字符和字组成。

2）概念数据层

它是数据库的中间一层，是数据库的整体逻辑表示。指出了每个数据的逻辑定义及数据间的逻辑联系，是存贮记录的集合。它涉及的是数据库所有对象的逻辑关系，而不是它们的物理情况，是数据库管理员概念下的数据库。

3）逻辑数据层

它是用户所看到和使用的数据库，表示了一个或一些特定用户使用的数据集合，即逻辑记录的集合。

2.2.2 数据采集主要功能及特点

1. 数据采集（DAQ）

数据采集是指从传感器和其他待测设备等模拟和数字被测单元中自动采集非电量或者电量信号，送到上位机中进行分析处理。数据采集系统是结合基于计算机或者其他专用测试平台的测量软硬件产品来实现灵活的用户自定义的测量系统。

数据采集又称数据获取，是利用一种装置从系统外部采集数据并输入到系统内部的一个接口。数据采集技术广泛应用于各个领域。比如，摄像头、麦克风都是数据采集工具。被采集数据是已被转换为电信号的各种物理量，如温度、水位、风速、压力等，可以是模拟量，也可以是数字量。采集一般是采样方式，即隔一定时间（称采样周期）对同一点数据重复采集。采集的数据大多是瞬时值，也可是某段时间内的一个特征值。准确的数据测量是数据采集的基础。数据测量方法有接触式和非接触式，检测元件多种多样。不论哪种方法和元件，均以不影响被测对象状态和测量环境为前提，以保证数据的正确性。数据采集含义很广，包括对面状连续物理量的采集。在计算机辅助制图、测图、设计中，对图形或图像数字化过程也可称为数据采集，此时被采集的是几何量或物理量（如灰度）数据。

在互联网行业快速发展的今天，数据采集已经被广泛应用于互联网及分布式领域，数据采集领域已经发生了重要的变化。首先，分布式控制应用场合中的智能数据采集系统在国内外已经取得了长足的发展。其次，总线兼容型数据采集插件的数量不断增大，与个人计算机兼容的数据采集系统的数量也在增加。国内外各种数据采集机先后问世，将数据采集带入了一个全新的时代。

2. 生产数据

智能制造离不开车间生产数据的支撑。在制造过程中，数控机床不仅是生产工具和设备，更是车间信息网络的节点，通过机床数据的自动化采集、统计、分析和反馈，将结果用于改善制造过程，将大大提高制造过程的柔性和加工过程的集成性，从而提升产品生产过程的质量和效率。

生产数据及设备状态信息采集分析管理系统（Manufacturing Data Collection & Status Management，MDC）主要用于采集数控机床和其他生产设备的工作和运行状态数据，实现对设备的监视与控制，并对采集的数据进行分析处理，也可为MES和ERP等其他软件提供数据支持。MDC系统是机床数据采集系统和机床数据分析处理系统的集成，是具有数据采集、机床监控、数据分析处理、报表输出等功能的车间应用管理和决策支援系统。

MDC通过与数控系统、PLC系统以及机床电控部分的智能化集成，实现对机床数据采集部分的自动化执行，不需要操作人员的手动输入，这样保障了数据的实时性和准确性。在采集数据的挖掘方面，MDC为企业不仅提供了更为专业化的分析和处理、个性化的数据处理和丰富的图形报表展示，还可以对机床和生产相关的关键数据进行统计和分析，如开机率、主轴运转率、主轴负载率、NC运行率、故障率、设备综合利用率（OEE）、设备生产率、零部件合格率、质量百分比等。精确的数据及时传递并分散到相关流程部门处理，实时引导、响应和报告车间的生产动态，极大提升了解决问题的能力，推进了企业车间智能制造的进程。

3. 数据采集的结果

数据采集的目的是为了测量电压、电流、温度、压力或声音等物理现象。基于PC的数据采集，通过模块化硬件、应用软件和计算机的结合进行测量。尽管数据采集系统根据不同的应用需求有不同的定义，但各个系统采集、分析和显示信息的目的却都相同。

数据采集系统整合了信号、传感器、激励器、信号调理、数据采集设备和应用软件。在计算机广泛应用的今天，数据采集的重要性是十分显著的。它是计算机与外部物理世界连接的桥梁。各种数据采集类型信号采集的难易程度差别很大。实际采集时，噪声也可能带来一些麻烦。数据采集时，有一些基本原理要注意，还有更多的实际的问题要解决。

假设对一个模拟信号$x(t)$每隔Δt时间采样一次。时间间隔Δt被称为采样间隔或者采样周期。它的倒数$1/\Delta t$被称为采样频率，单位是采样数/每秒。$t=0$，Δt，$2\Delta t$，$3\Delta t$等等，$x(t)$的数值就被称为采样值。所有$x(0)$、$x(\Delta t)$、$x(2\Delta t)$都是采样值。根据采样定理，最低采样频率必须是信号频率的两倍。反过来说，如果给定了采样频率，那么能够正确显示信号而不发生畸变的最大频率叫作奈奎斯特频数据采集率，它是采样频率的一半。如果信号中包含频率高于奈奎斯特频率的成分，信号将在直流和奈奎斯特频率之间畸变。

采样率过低的结果是还原的信号的频率看上去与原始信号不同。这种信号畸变叫作混

叠（alias）。出现的混频偏差（alias frequency）是输入信号的频率和最靠近的采样率整数倍的差的绝对值。

采样的结果低于奈奎斯特频率（fs/2=50Hz）的信号可以被正确采样。而频率高于50Hz的信号成分采样时会发生畸变。分别产生了30Hz、40Hz和10Hz的畸变频率F2、F3和F4。计算混频偏差的公式是：

混频偏差=ABS（采样频率的整数倍-输入频率）

其中，ABS表示“绝对值”，为了避免这种情况的发生，通常在信号被采集（A/D）之前，会经过一个低通滤波器，将信号中高于奈奎斯特频率的信号成分滤去。这个滤波器称为抗混叠滤波器。

采样频率应当怎样设置？也许会首先考虑用采集卡支持的最大频率。但是，较长时间使用很高的采样率可能会导致没有足够的内存或者硬盘存储数据太慢。理论上设置采样频率为被采集信号最高频率成分的2倍就够了，实际上工程中选用5～10倍，有时为了较好地还原波形，甚至更高一些。

通常，信号采集后都要进行适当的信号处理，如FFT等。这里对样本数又有一个要求，一般不能只提供一个信号周期的数据样本，希望有5～10个周期，甚至更多的样本，并且希望所提供的样本总数是整周期个数的。这里又发生一个困难，并不知道或不确切知道被采信号的频率，因此采样率不一定是信号频率的整倍数，也不能保证提供整周期数的样本。所有的仅仅是一个时间序列的离散函数x（n）和采样频率。这是测量与分析的唯一依据。数据采集卡、数据采集模块、数据采集仪表等都是数据采集工具。

对于大部分制造业企业来说，测量仪器的自动数据采集一直是个令人烦恼的事情，即使仪器已经具有RS232/485等接口，但仍然在使用一边测量，一边手工记录，最后输入PC中处理的方式。不但工作繁重，同时无法保证数据的准确性，管理人员得到的数据已经是滞后了一两天的数据。对于现场的不良产品信息及相关的产量数据，如何实现高效率、简洁、实时的数据采集更是一大难题。

4. 采集的主要功能

- 实时采集来自生产线的产量数据、不良品的数量或生产线的故障类型（如停线、缺料、品质），并传输到数据库系统中。
- 接收来自数据库的信息，如生产计划信息、物料信息等。
- 传输检查工位的不良品名称及数量信息。
- 连接检测仪器，实现检测仪器数字化，数据采集仪自动从测量仪器中获取测量数据，进行记录，分析计算后形成相应的各类图形，对测量结果进行自动判断，如机械加工零部件的跳动测量、拉力计拉力曲线的绘制等。

5. 采集的主要特点

- 配备RS232、RS485串口，可连接多个检测仪器实现自动数据采集。

- 配备USB接口，方便数据的输出。
- 配备RJ45接口，可通过网线接入网络。
- 配备VGA视频输出及音频输出接口。
- 内置WiFi模块，可通过无线方式接入，方便现场组网。
- 最大支持32GB数据存储空间。
- 配备4.3英寸触摸屏，方便操作。
- 用户可在网络中的任一PC通过接口获取数据，方便进行二次开发。
- 可移动测量，即时传输数据，也可测试完成后，通过网络上传数据。
- 电源连续工作时间6小时，待机时间长达10天。

生产现场数据采集是品质管理过程中非常重要的一个环节，好的数据采集方案可把品质管理人员从处理数据的繁重工作中解放出来，有更多的时间去解决实际的品质问题，同时即时的数据采集也使系统真正地实现实时监控，尽早发现问题，避免更大的损失。

2.2.3 数据处理与数据分析方法

1. 数据处理及目的

数据是对事实、概念或指令的一种表达形式，可由人工或自动化装置进行处理。数据经过解释并赋予一定的意义之后，便成为信息。数据处理（Data Processing）是对数据的采集、存储、检索、加工、变换和传输。数据处理是对数据（包括数值的和非数值的）进行分析和加工的技术过程，包括对各种原始数据的分析、整理、计算、编辑等进行加工和处理，比数据分析含义广。随着计算机的日益普及，在计算机应用领域，数值计算所占比重很小，通过计算机数据处理进行信息管理已成为主要的应用，如测绘制图管理、仓库管理、财会管理、交通运输管理，技术情报管理、办公室自动化等。在地理数据方面既有大量自然环境数据（如土地、水、气候、生物等各类资源数据），也有大量社会经济数据（如人口、交通、工农业等），常要求进行综合性数据处理。故需建立地理数据库，系统地整理和存储地理数据减少冗余，发展数据处理软件，充分利用数据库技术进行数据管理和处理。

数据处理的基本目的是从大量杂乱无章的难以理解的数据中抽取并推导出对于某些特定的人们来说是有价值、有意义的数据。数据处理是系统工程和自动控制的基本环节。数据处理贯穿于社会生产和社会生活的各个领域。数据处理技术的发展及其应用的广度和深度极大地影响着人类社会发展的进程。

2. 数据处理方式

根据处理设备的结构方式、工作方式以及数据的时间空间分布方式的不同，数据处理有不同的方式。不同的处理方式要求不同的硬件和软件支持。每种处理方式都有自己的特

点，应当根据应用问题的实际环境选择合适的处理方式。数据处理主要有4种分类方式，

①根据处理设备的结构方式区分，有联机处理方式和脱机处理方式。

②根据数据处理时间的分配方式区分，有批处理方式、分时处理方式和实时处理方式。

③根据数据处理空间的分布方式区分，有集中式处理方式和分布处理方式。

④根据计算机中央处理器的工作方式区分，有单道作业处理方式、多道作业处理方式和交互式处理方式。

数据处理涉及的加工处理比一般的算术运算要广泛得多。

计算机数据处理主要包括八方面。

①数据采集：采集所需的信息。

②数据转换：把信息转换成机器能够接收的形式。

③数据分组：指定编码，按有关信息进行有效的分组。

④数据组织：整理数据或用某些方法安排数据，以便进行处理。

⑤数据计算：进行各种算术和逻辑运算，以便得到进一步的信息。

⑥数据存储：将原始数据或计算的结果保存起来，供以后使用。

⑦数据检索：按用户的要求找出有用的信息。

⑧数据排序：把数据按一定要求排序。

数据处理的过程大致分为数据的准备、处理和输出3个阶段。在数据准备阶段，将数据脱机输入到穿孔卡片、穿孔纸带、磁带或磁盘。这个阶段也可以称为数据的录入阶段。数据录入以后，就要由计算机对数据进行处理，为此预先要由用户编制程序并把程序输入到计算机中，计算机是按程序的指示和要求对数据进行处理的。所谓处理，就是指上述8个方面工作中的一个或若干个的组合。最后输出的是各种文字、数字的表格和报表。

数据处理系统已广泛地用于各领域，涉及薪金支付、票据收发、信贷和库存管理、生产调度、计划管理、销售分析等。它能产生操作报告、金融分析报告和统计报告等。数据处理技术涉及文卷系统、数据库管理系统、分布式数据处理系统等方面的技术。

此外，由于数据或信息大量地应用于各种各样的企业和事业机构，工业化社会中已形成一个独立的信息处理产业。数据和信息本身已经成为人类社会中极其宝贵的资源。信息处理业对这些资源进行整理和开发，借以推动信息化社会的发展。

3. 数据处理软件及工具

数据处理离不开软件的支持，数据处理软件包括用于编写处理程序的各种程序设计语言及其编译程序、管理数据的文件系统和数据库系统、各种数据处理方法的应用软件包。为了保证数据安全可靠，还有一整套数据安全保密的技术。

数据处理软件有Excel、MATLAB、Origin等。当前流行的图形可视化和数据分析软件有Matlab、Mathmatica、Maple等。这些软件功能强大，可满足科技工作中的许多需要，

但使用这些软件需要一定的计算机编程知识和矩阵知识，并熟悉大量的函数和命令。使用Origin就像使用Excel和Word那样简单，只需单击鼠标和执行菜单命令就可以完成大部分工作，获得满意的结果。

根据数据处理的不同阶段，有不同的专业工具来对数据进行不同阶段的处理。

- 在数据转换部分，有专业的ETL工具来帮助完成数据的提取、转换和加载，相应的工具有Informatica和开源的Kettle。
- 在数据存储和计算部分，有数据库和数据仓库等工具，有Oracle、DB2、MySQL等知名厂商，列式数据库在大数据的背景下发展也非常快。
- 在数据可视化部分，需要对数据的计算结果进行分析和展现，有BIEE、Microstrategy、Yonghong的Z-Suite等工具。

大数据时代需要解决大量数据、异构数据等多种问题带来的数据处理难题。Hadoop是一个分布式系统基础架构，由Apache基金会开发。用户可以在不了解分布式底层细节的情况下，开发分布式程序。充分利用集群的威力高速运算和存储。Hadoop实现了一个分布式文件系统（Hadoop Distributed File System，HDFS）。HDFS有高容错性，并且可部署在低廉的硬件上。它提供高传输率来访问应用程序的数据，适合那些有着超大数据集的应用程序。

4. 数据分析及方法

数据分析是指用适当的统计分析方法对收集来的大量数据进行分析，通过提取有用信息和形成结论对数据加以详细研究和概括总结的过程。这一过程也是质量管理体系的支持过程。在实用中，数据分析可帮助人们作出判断，以便采取适当行动。数据分析的数学基础在20世纪早期就已确立，但直到计算机出现才使实际操作成为可能，并使数据分析得以推广。数据分析是数学与计算机科学相结合的产物。

在统计学领域，有些人将数据分析划分为描述性统计分析、探索性数据分析以及验证性数据分析。其中，探索性数据分析侧重于在数据之中发现新的特征，而验证性数据分析则侧重于已有假设的证实或证伪。

探索性数据分析是指为了形成值得假设的检验而对数据进行分析的一种方法，是对传统统计学假设检验手段的补充。该方法由美国著名统计学家约翰•图基（John Tukey）命名。

定性数据分析又称为定性资料分析定性研究或者质性研究资料分析，是指对诸如词语、照片、观察结果之类的非数值型数据（或者说资料）的分析。

1）分析工具

Excel作为常用的分析工具，可以实现基本的分析工作。在商业智能领域使用Cognos、Style Intelligence、Microstrategy、Brio、BO和Oracle，国内产品有大数据魔镜、finebi、Yonghong Z-Suite BI套件等。

2）分析方法

数据分析有极广泛的应用范围。典型的数据分析可能包含以下三步。

一是探索性数据分析。当数据刚取得时，可能杂乱无章，看不出规律，通过作图、造表、各种形式的方程拟合、计算某些特征量等手段探索规律性的可能形式，即往什么方向和用何种方式去寻找和揭示隐含在数据中的规律性。二是模型选定分析。在探索性分析的基础上提出一类或几类可能的模型，然后通过进一步的分析从中挑选一定的模型。三是推断分析。通常使用数理统计方法对所定模型或估计的可靠程度和精确程度作出推断。

具体分析方法包括：

1）列表法

将实验数据按一定规律用列表方式表达出来是记录和处理实验数据最常用的方法。表格的设计要求对应关系清楚、简单明了、有利于发现相关量之间的物理关系；此外要求在标题栏中注明物理量名称、符号、数量级和单位等；根据需要可以列出除原始数据以外的计算栏目和统计栏目等。最后要求写明表格名称、主要测量仪器的型号、量程和准确度等级、有关环境条件参数如温度、湿度等。

2）作图法

作图法可以最醒目地表达物理量间的变化关系。从图线上还可以简便求出实验需要的某些结果（如直线的斜率、截距值等），读出没有进行观测的对应点（内插法）或在一定条件下从图线的延伸部分读到测量范围以外的对应点（外推法）。

5. 数据分析主要步骤

数据分析过程的主要活动由识别信息需求、收集数据、分析数据、评价并改进数据分析的有效性组成。

1）识别信息需求

识别信息需求是确保数据分析过程有效性的首要条件，可以为收集数据、分析数据提供清晰的目标。识别信息需求是管理者的职责，管理者应根据决策和过程控制的需求，提出对信息的需求。就过程控制而言，管理者应识别需求要利用哪些信息支持评审过程输入、过程输出、资源配置的合理性、过程活动的优化方案和过程异常变异的发现。

2）收集数据

有目的地收集数据是确保数据分析过程有效的基础。组织需要对收集数据的内容、渠道、方法进行策划。策划时应考虑以下因素。

①将识别的需求转化为具体的要求。例如，评价供方时，需要收集的数据可能包括其过程能力、测量系统不确定度等相关数据。

②明确由谁在何时何处，通过何种渠道和方法收集数据。

③记录表应便于使用。

④采取有效措施，防止数据丢失和虚假数据对系统的干扰。

3）分析数据

分析数据是将收集的数据通过加工、整理和分析使其转化为信息，常用方法如下。

①老7种工具，即排列图、因果图、分层法、调查表、散步图、直方图、控制图。

②新7种工具，即关联图、系统图、矩阵图、KJ法、计划评审技术、PDPC法、矩阵数据图。

4）过程改进

数据分析是质量管理体系的基础。组织的管理者应在适当时通过对以下问题的分析，评估其有效性。

①提供决策的信息是否充分可信，是否存在因信息不足、失准、滞后而导致决策失误的问题。

②信息对持续改进质量管理体系、过程、产品所发挥的作用是否与期望值一致，是否在产品实现过程中有效运用数据分析。

③收集数据的目的是否明确，收集的数据是否真实和充分，信息渠道是否畅通。

④数据分析方法是否合理，是否将风险控制在可接受的范围。

⑤数据分析所需资源是否得到保障。

6. 数据预处理过程

数据预处理（data preprocessing）是指在主要的处理以前对数据进行一些处理。主要是清理异常值、纠正错误数据。

现实世界中的数据基本上是不完整、不一致的脏数据，无法直接进行数据挖掘，或挖掘结果差强人意。为了提高数据挖掘的质量产生了数据预处理技术。数据预处理有多种方法，即数据清理、数据集成、数据变换、数据归约等。这些数据处理技术在数据挖掘之前使用，大大提高了数据挖掘的质量，降低实际挖掘所需要的时间。

1）数据清理

数据清理例程通过填写缺失的值、光滑噪声数据、识别或删除离群点并解决不一致性来“清理”数据。主要是达到格式标准化、异常数据清除、错误纠正、重复数据清除的目的。

2）数据集成

数据集成例程将多个数据源中的数据结合起来并统一存储，建立数据仓库的过程实际上就是数据集成。

3）数据变换

通过平滑聚集、数据概化、规范化等方式将数据转换成适用于数据挖掘的形式。

4）数据归约

数据挖掘时数据量往往非常大，在少量数据上进行挖掘分析需要很长的时间。数据归约技术可以用来得到数据集的归约表示，它小得多，但仍然接近于保持原数据的完整性，并且结果与归约前结果相同或几乎相同。

数据预处理是数据挖掘领域一个热门的研究方向，这是由数据预处理的产生背景所决定的——现实世界中的数据几乎都脏数据。

2.3 大数据产业发展的重点任务和重大工程

本节主要介绍大数据产业发展的需求与面临的形势、大数据产业发展的重点任务和重大工程、大数据产业发展的保障措施。

2.3.1 大数据产业发展的需求与面临的形势

大数据产业是指以数据生产、采集、存储、加工、分析、服务为主的相关经济活动，包括数据资源建设、大数据软硬件产品的开发、销售和租赁活动，以及相关信息技术服务。

信息化积累了丰富的数据资源。我国信息化发展水平日益提高，对数据资源的采集、挖掘和应用水平不断深化。政务信息化水平不断提升，全国面向公众的政府网站达8.4万个。智慧城市建设全面展开，“十二五”期间近300个城市进行了智慧城市试点。两化融合发展进程不断深入，正进入向纵深发展的新阶段。信息消费蓬勃发展，网民数量超过7亿，移动电话用户规模已经突破13亿，均居世界第一。月度户均移动互联网接入流量达835MB。政府部门、互联网企业、大型集团企业积累沉淀了大量的数据资源。我国已成为产生和积累数据量最大、数据类型最丰富的国家之一。

大数据技术创新取得明显突破。在软硬件方面，国内骨干软硬件企业陆续推出自主研发的大数据基础平台产品，一批信息服务企业面向特定领域研发数据分析工具，提供创新型数据服务。在平台建设方面，互联网龙头企业服务器单集群规模达到上万台，具备建设和运维超大规模大数据平台的技术实力。在智能分析方面，部分企业积极布局深度学习等人工智能前沿技术，在语音识别、图像理解、文本挖掘等方面抢占技术制高点。在开源技术方面，我国对国际大数据开源软件社区的贡献不断增大。

大数据应用推进势头良好。大数据在互联网服务中得到广泛应用，大幅度提升了网络社交、电商、广告、搜索等服务的个性化和智能化水平，催生了共享经济等数据驱动的新兴业态。大数据加速向传统产业渗透，驱动生产方式和管理模式变革，推动制造业向网络化、数字化和智能化方向发展。电信、金融、交通等行业利用已积累的丰富数据资源，积极探索客户细分、风险防控、信用评价等应用，加快服务优化、业务创新和产业升级步伐。

大数据产业体系初具雏形。2015年，我国信息产业收入达到17.1万亿元，比2010年进入“十二五”前翻了一番。其中软件和信息技术服务业实现软件业务收入4.3万亿元，同比增长15.7%。大型数据中心向绿色化、集约化发展，跨地区经营互联网数据中心（IDC）业务的企业达到295家。云计算服务逐渐成熟，主要云计算平台的数据处理规模已跻身世界前列，为大数据提供强大的计算存储能力并促进数据集聚。在大数据资源建设、大数据技术、大数据应用领域涌现出一批新模式和新业态。龙头企业引领，上下游企

业互动的产业格局初步形成。基于大数据的创新创业日趋活跃，大数据技术、产业与服务成为社会资本投入的热点。

大数据产业支撑能力日益增强。形成了大数据标准化工作机制，大数据标准体系初步形成，开展了大数据技术、交易、开放共享、工业大数据等国家标准的研制工作，部分标准在北京、上海、贵阳开展了试点示范。一批大数据技术研发实验室、工程中心、企业技术中心、产业创新平台、产业联盟、投资基金等形式的产业支撑平台相继建成。大数据安全保障体系和法律法规不断完善。

大数据成为塑造国家竞争力的战略制高点之一，国家竞争日趋激烈。一个国家掌握和运用大数据的能力成为国家竞争力的重要体现，各国纷纷将大数据作为国家发展战略，将产业发展作为大数据发展的核心。美国高度重视大数据研发和应用，2012年3月推出“大数据研究与发展倡议”，将大数据作为国家重要的战略资源进行管理和应用，2016年5月发布“联邦大数据研究与开发计划”，不断加强在大数据研发和应用方面的布局。欧盟于2014年推出了“数据驱动的经济”战略，倡导欧洲各国抢抓大数据发展机遇。此外，英国、日本、澳大利亚等国也出台了类似政策，推动大数据应用，拉动产业发展。

大数据驱动信息产业格局加速变革，创新发展面临难得机遇。当今世界，新一轮科技革命和产业变革正在孕育兴起，信息产业格局面临巨大变革。大数据推动下，信息技术正处于新旧轨道切换的过程中，分布式系统架构、多元异构数据管理技术等新技术、新模式快速发展，产业格局正处在创新变革的关键时期，我国面临加快发展重大机遇。

我国经济社会发展对信息化提出了更高要求，发展大数据具有强大的内生动力。推动大数据应用，加快传统产业数字化、智能化，做大做强数字经济，能够为我国经济转型发展提供新动力，为重塑国家竞争优势创造新机遇，为提升政府治理能力开辟新途径，是支撑国家战略的重要抓手。当前我国正在推进供给侧结构性改革和服务型政府建设，加快实施“互联网+”行动计划和中国制造2025战略，建设公平普惠、便捷高效的民生服务体系，为大数据产业创造了广阔的市场空间，是我国大数据产业发展的强大内生动力。

我国大数据产业具备了良好基础，面临难得的发展机遇，但仍然存在一些困难和问题。一是数据资源开放共享程度低。数据质量不高，数据资源流通不畅，管理能力弱，数据价值难以被有效挖掘利用。二是技术创新与支撑能力不强。我国在新型计算平台、分布式计算架构、大数据处理、分析和呈现方面与国外仍存在较大差距，对开源技术和相关生态系统影响力弱。三是大数据应用水平不高。我国发展大数据具有强劲的应用市场优势，但是目前还存在应用领域不广泛、应用程度不深、认识不到位等问题。四是大数据产业支撑体系尚不完善。数据所有权、隐私权等相关法律法规和信息安全、开放共享等标准规范不健全，尚未建立起兼顾安全与发展的数据开放、管理和信息安全保障体系。五是人才队伍建设亟须加强。大数据基础研究、产品研发和业务应用等各类人才短缺，难以满足发展需要。

“十三五”时期是我国全面建成小康社会决胜阶段，是实施国家大数据战略的起步期，是大数据产业崛起的重要窗口期，必须抓住机遇加快发展，实现从数据大国向数据强国转变。

2.3.2 大数据产业发展的重点任务和重大工程

1. 强化大数据技术产品研发

以应用为导向，突破大数据关键技术，推动产品和解决方案研发及产业化，创新技术服务模式，形成技术先进、生态完备的技术产品体系。

1）加快大数据关键技术研发

围绕数据科学理论体系、大数据计算系统与分析、大数据应用模型等领域进行前瞻布局，加强大数据基础研究。发挥企业创新主体作用，整合产学研用资源优势联合攻关，研发大数据采集、传输、存储、管理、处理、分析、应用、可视化和安全等关键技术。突破大规模异构数据融合、集群资源调度、分布式文件系统等大数据基础技术，面向多任务的通用计算框架技术，以及流计算、图计算等计算引擎技术。支持深度学习、类脑计算、认知计算、区块链、虚拟现实等前沿技术创新，提升数据分析处理和知识发现能力。结合行业应用，研发大数据分析、理解、预测及决策支持与知识服务等智能数据应用技术。突破面向大数据的新型计算、存储、传感、通信等芯片及融合架构、内存计算、亿级并发、EB级存储、绿色计算等技术，推动软硬件协同发展。

2）培育安全可控的大数据产品体系

以应用为牵引，自主研发和引进吸收并重，加快形成安全可控的大数据产品体系。重点突破面向大数据应用基础设施的核心信息技术设备、信息安全产品以及面向事务的新型关系数据库、列式数据库、NoSQL数据库、大规模图数据库和新一代分布式计算平台等基础产品。加快研发新一代商业智能、数据挖掘、数据可视化、语义搜索等软件产品。结合数据生命周期管理需求，培育大数据采集与集成、大数据分析与挖掘、大数据交互感知、基于语义理解的数据资源管理等平台产品。面向重点行业应用需求，研发具有行业特征的大数据检索、分析、展示等技术产品，形成垂直领域成熟的大数据解决方案及服务。

3）创新大数据技术服务模式

加快大数据服务模式创新，培育数据即服务新模式和新业态，提升大数据服务能力，降低大数据应用门槛和成本。围绕数据全生命周期各阶段需求，发展数据采集、清洗、分析、交易、安全防护等技术服务。推进大数据与云计算服务模式融合，促进海量数据、大规模分布式计算和智能数据分析等公共云计算服务发展，提升第三方大数据技术服务能力。推动大数据技术服务与行业深度结合，培育面向垂直领域的大数据服务模式。

2. 深化工业大数据创新应用

加强工业大数据基础设施建设规划与布局，推动大数据在产品全生命周期和全产业链的应用，推进工业大数据与自动控制和感知硬件、工业核心软件、工业互联网、工业云和智能服务平台融合发展，形成数据驱动的工业发展新模式，支撑中国制造2025战略，探索建立工业大数据中心。

1）加快工业大数据基础设施建设

加快建设面向智能制造单元、智能工厂及物联网应用的低延时、高可靠、广覆盖的工业互联网，提升工业网络基础设施服务能力。加快工业传感器、射频识别（RFID）、光通信器件等数据采集设备的部署和应用，促进工业物联网标准体系建设，推动工业控制系统的升级改造，汇聚传感、控制、管理、运营等多源数据，提升产品、装备、企业的网络化、数字化和智能化水平。

2）推进工业大数据全流程应用

支持建设工业大数据平台，推动大数据在重点工业领域各环节的应用，提升信息化和工业化深度融合发展水平，助推工业转型升级。加强研发设计大数据应用能力，利用大数据精准感知用户需求，促进基于数据和知识的创新设计，提升研发效率。加快生产制造大数据应用，通过大数据监控优化流水线作业，强化故障预测与健康管理，优化产品质量，降低能源消耗。提升经营管理大数据应用水平，提高人力、财务、生产制造、采购等关键经营环节业务集成水平，提升管理效率和决策水平，实现经营活动的智能化。推动客户服务大数据深度应用，促进大数据在售前、售中、售后服务中的创新应用。促进数据资源整合，打通各个环节数据链条，形成全流程的数据闭环。

3）培育数据驱动的制造业新模式

深化制造业与互联网融合发展，坚持创新驱动，加快工业大数据与物联网、云计算、信息物理系统等新兴技术在制造业领域的深度集成与应用，构建制造业企业大数据“双创”平台，培育新技术、新业态和新模式。利用大数据推动“专精特新”中小企业参与产业链，与中国制造2025、军民融合项目对接，促进协同设计和协同制造。大力发展基于大数据的个性化定制，推动发展顾客对工厂（C2M）等制造模式，提升制造过程智能化和柔性化程度。利用大数据加快发展制造即服务模式，促进生产型制造向服务型制造转变。

3. 促进行业大数据应用发展

加强大数据在重点行业领域的深入应用，促进跨行业大数据融合创新，在政府治理和民生服务中提升大数据运用能力，推动大数据与各行业领域的融合发展。

1）推动重点行业大数据应用

推动电信、能源、金融、商贸、农业、食品、文化创意、公共安全等行业领域大数据应用，推进行业数据资源的采集、整合、共享和利用，充分释放大数据在产业发展中的变革作用，加速传统行业经营管理方式变革、服务模式和商业模式创新及产业价值链体系重构。

2）促进跨行业大数据融合创新

打破体制机制障碍，打通数据孤岛，创新合作模式，培育交叉融合的大数据应用新业态。支持电信、互联网、工业、金融、健康、交通等信息化基础好的领域率先开展跨领域、跨行业的大数据应用，培育大数据应用新模式。支持大数据相关企业与传统行业加强

技术和资源对接，共同探索多元化合作运营模式，推动大数据融合应用。

3）强化社会治理和公共服务大数据应用

以民生需求为导向，以电子政务和智慧城市建设为抓手，以数据集中和共享为途径，推动全国一体化的国家大数据中心建设，推进技术融合、业务融合、数据融合，实现跨层级、跨地域、跨系统、跨部门、跨业务的协同管理和服务。促进大数据在政务、交通、教育、健康、社保、就业等民生领域的应用，探索大众参与的数据治理模式，提升社会治理和城市管理能力，为群众提供智能、精准、高效、便捷的公共服务。促进大数据在市场主体监管与服务领域的应用，建设基于大数据的重点行业运行分析服务平台，加强重点行业、骨干企业经济运行情况监测，提高行业运行监管和服务的时效性、精准性和前瞻性。促进政府数据和企业数据融合，为企业创新发展和社会治理提供有力支撑。

4. 加快大数据产业主体培育

引导区域大数据发展布局，促进基于大数据的创新创业，培育一批大数据龙头企业和创新型中小企业，形成多层次、梯队化的创新主体和合理的产业布局，繁荣大数据生态。

1）利用大数据助推创新创业

鼓励资源丰富、技术先进的大数据领先企业建设大数据平台，开放平台数据、计算能力、开发环境等基础资源，降低创新创业成本。鼓励大型企业依托互联网“双创”平台，提供基于大数据的创新创业服务。组织开展算法大赛、应用创新大赛、众包众筹等活动，激发创新创业活力。支持大数据企业与科研机构深度合作，打通科技创新和产业化之间的通道，形成数据驱动的科研创新模式。

2）构建企业协同发展格局

支持龙头企业整合利用国内外技术、人才和专利等资源，加快大数据技术研发和产品创新，提高产品和服务的国际市场占有率和品牌影响力，形成一批具有国际竞争力的综合型和专业型龙头企业。支持中小企业深耕细分市场，加快服务模式创新和商业模式创新，提高中小企业的创新能力。鼓励生态链各环节的企业加强合作，构建多方协作、互利共赢的产业生态，形成大中小企业协同发展的良好局面。

3）优化大数据产业区域布局

引导地方结合自身条件，突出区域特色优势，明确重点发展方向，深化大数据应用，合理定位，科学谋划，形成科学有序的产业分工和区域布局。在全国建设若干国家大数据综合试验区，在大数据制度创新、公共数据开放共享、大数据创新应用、大数据产业集聚、数据要素流通、数据中心整合、大数据国际交流合作等方面开展系统性探索试验，为全国大数据发展和应用积累经验。在大数据产业特色优势明显的地区建设一批大数据产业集聚区，创建大数据新型工业化产业示范基地，发挥产业集聚和协同作用，以点带面，引领全国大数据发展。统筹规划大数据跨区域布局，利用大数据推动信息共享、信息消费、资源对接、优势互补，促进区域经济社会协调发展。

5. 推进大数据标准体系建设

加强大数据标准化顶层设计，逐步完善标准体系，发挥标准化对产业发展的重要支撑作用。

1）加快大数据重点标准研制与推广

结合大数据产业发展需求，建立并不断完善涵盖基础、数据、技术、平台/工具、管理、安全和应用的大数据标准体系。加快基础通用国家标准和重点应用领域行业标准的研制。选择重点行业、领域、地区开展标准试验验证和试点示范，加强宣传贯彻和实施。建立标准符合性评估体系，强化标准对市场培育、服务能力提升和行业管理的支撑作用。加强国家标准、行业标准和团体标准等各类标准之间的衔接配套。

2）积极参与大数据国际标准化工作

加强我国大数据标准化组织与相关国际组织的交流合作。组织我国产学研用资源，加快国际标准提案的推进工作。支持相关单位参与国际标准化工作并承担相关职务，承办国际标准化活动，扩大国际影响。

3）加快研制重点国家标准

围绕大数据标准化的重大需求，开展数据资源分类、开放共享、交易、标识、统计、产品评价、数据能力、数据安全等基础通用标准以及工业大数据等重点应用领域相关国家标准的研制。

4）建立验证检测平台

建立标准试验验证和符合性检测平台，重点开展数据开放共享、产品评价、数据能力成熟度、数据质量、数据安全等关键标准的试验验证和符合性检测。

5）开展标准应用示范

优先支持大数据综合试验区和大数据产业集聚区建立标准示范基地，开展重点标准的应用示范工作。

6. 完善大数据产业支撑体系

统筹布局大数据基础设施，建设大数据产业发展创新服务平台，建立大数据统计及发展评估体系，创造良好的产业发展环境。

1）合理布局大数据基础设施建设

引导地方政府和有关企业统筹布局数据中心建设，充分利用政府和社会现有数据中心资源，整合改造规模小、效率低、能耗高的分散数据中心，避免资源和空间的浪费。鼓励在大数据基础设施建设中广泛推广可再生能源、废弃设备回收等低碳环保方式，引导大数据基础设施体系向绿色集约、布局合理、规模适度、高速互联方向发展。加快网络基础设施建设升级，优化网络结构，提升互联互通质量。

2）构建大数据产业发展公共服务平台

充分利用和整合现有创新资源，形成一批大数据测试认证及公共服务平台。支持建立大数据相关开源社区等公共技术创新平台，鼓励开发者、企业、研究机构积极参与大数据开源项目，增强在开源社区的影响力，提升创新能力。

3）建立大数据发展评估体系

研究建立大数据产业发展评估体系，对我国及各地大数据资源建设状况、开放共享程度、产业发展能力、应用水平等进行监测、分析和评估，编制发布大数据产业发展指数，引导和评估全国大数据发展。

7. 提升大数据安全保障能力

针对网络信息安全新形势，加强大数据安全技术产品研发，利用大数据完善安全管理机制，构建强有力的大数据安全保障体系。

1）加强大数据安全技术产品研发

重点研究大数据环境下的统一账号、认证、授权和审计体系及大数据加密和密级管理体系，突破差分隐私技术、多方安全计算、数据流动监控与追溯等关键技术。推广防泄露、防窃取、匿名化等大数据保护技术，研发大数据安全保护产品和解决方案。加强云平台虚拟机安全技术、虚拟化网络安全技术、云安全审计技术、云平台安全统一管理技术等大数据安全支撑技术研发及产业化，加强云计算、大数据基础软件系统漏洞挖掘和加固。

2）提升大数据对网络信息安全的支撑能力

综合运用多源数据，加强大数据挖掘分析，增强网络信息安全风险感知、预警和处置能力。加强基于大数据的新型信息安全产品研发，推动大数据技术在关键信息基础设施安全防护中的应用，保障金融、能源、电力、通信、交通等重要信息系统安全。建设网络信息安全态势感知大数据平台和国家工业控制系统安全监测与预警平台，促进网络信息安全威胁数据采集与共享，建立统一高效、协同联动的网络安全风险报告、情报共享和研判处置体系。

2.3.3 大数据产业发展的保障措施

1. 推进体制机制创新

在促进大数据发展部际联席会议制度下，建立完善中央和地方联动的大数据发展协调机制，形成以应用带动产业、以产业支撑应用的良性格局，协同推进大数据产业和应用的发展。加强资源共享和沟通协作，协调制订政策措施和行动计划，解决大数据产业发展过程中的重大问题。建立大数据发展部省协调机制，加强地方与中央大数据产业相关政策、措施、规划等政策的衔接，通过联合开展产业规划等措施促进区域间大数据政策协调。组织开展大数据发展评估检查工作，确保重点工作有序推进。充分发挥地方政府大数据发展统筹机构或协调机制的作用，将大数据产业发展纳入本地区经济社会发展规划，加强大数据产业发展的组织保障。

2. 健全相关政策法规制度

推动制定公共信息资源保护和开放的制度性文件，以及政府信息资源管理办法，逐步

扩大开放数据的范围，提高开放数据质量。加强数据统筹管理及行业自律，强化大数据知识产权保护，鼓励企业设立专门的数据保护职位。研究制定数据流通交易规则，推进流通环节的风险评估，探索建立信息披露制度，支持第三方机构进行数据合规应用的监督和审计，保障相关主体合法权益。推动完善个人信息保护立法，建立个人信息泄露报告制度，健全网络数据和用户信息的防泄露、防篡改和数据备份等安全防护措施及相关的管理机制，加强对数据滥用、侵犯个人隐私等行为的管理和惩戒力度。强化关键信息基础设施安全保护，推动建立数据跨境流动的法律体系和管理机制，加强重要敏感数据跨境流动的管理。推动大数据相关立法进程，支持地方先行先试，研究制定地方性大数据相关法规。

3. 加大政策扶持力度

结合《促进大数据发展行动纲要》、中国制造2025、“互联网+”行动计划、培育发展战略性新兴产业的决定等战略文件，制定面向大数据产业发展的金融、政府采购等政策措施，落实相关税收政策。充分发挥国家科技计划（专项、基金等）资金扶持政策的作用，鼓励有条件的地方设立大数据发展专项基金，支持大数据基础技术、重点产品、服务和应用的发展。鼓励产业投资机构和担保机构加大对大数据企业的支持力度，引导金融机构对技术先进、带动力强、惠及面广的大数据项目优先予以信贷支持，鼓励大数据企业进入资本市场融资，为企业重组并购创造更加宽松的市场环境。支持符合条件的大数据企业享受相应优惠政策。

4. 建设多层次人才队伍

建立适应大数据发展需求的人才培养和评价机制。加强大数据人才培养，整合高校、企业、社会资源，推动建立创新人才培养模式，建立健全多层次、多类型的大数据人才培养体系。鼓励高校探索建立培养大数据领域专业型人才和跨界复合型人才机制。支持高校与企业联合建立实习培训机制，加强大数据人才职业实践技能培养。鼓励企业开展在职人员大数据技能培训，积极培育大数据技术和应用创新型人才。依托社会化教育资源，开展大数据知识普及和教育培训，提高社会整体认知和应用水平。鼓励行业组织探索建立大数据人才能力评价体系。完善配套措施，培养大数据领域创新型领军人才，吸引海外大数据高层次人才来华就业、创业。

5. 推动国际化发展

按照网络强国建设的总体要求，结合“一带一路”等国家重大战略，加快开拓国际市场，输出优势技术和服务，形成一批具有国际竞争力的大数据企业和产品。充分利用国际合作交流机制和平台，加强在大数据关键技术研究、产品研发、数据开放共享、标准规范、人才培养等方面的交流与合作。坚持网络主权原则，积极参与数据安全、数据跨境流动等国际规则体系建设，促进开放合作，构建良好秩序。

第3章
电力大数据应用工程技术基础知识

本章的主要内容包括大数据应用工程技术基础知识，电力大数据应用工程国家发展战略，信息化工程最新应用技术。



3.1　大数据应用工程技术基础知识

本节主要介绍大数据的全新分布式计算理论、大数据与电力业务融合实现能源转换、大数据技术创新发展全球能源互联网。

3.1.1　大数据的全新分布式计算理论

2003年到2004年间，Google发表了MapReduce、GFS（Google File System）和BigTable三篇技术论文，提出了一套全新的分布式计算理论。

MapReduce是分布式计算框架，GFS（Google File System）是分布式文件系统，BigTable是基于Google File System的数据存储系统，这三大组件组成了Google的分布式计算模型。

Google的分布式计算模型相比于传统的分布式计算模型有三大优势。首先，它简化了传统的分布式计算理论，降低了技术实现的难度，可以进行实际的应用。其次，它可以应用在廉价的计算设备上，只需增加计算设备的数量，就可以提升整体的计算能力，应用成本十分低廉。最后，它被Google应用在Google的计算中心，取得了很好的效果，有了实际应用的证明。

后来，各家互联网公司开始利用Google的分布式计算模型搭建自己的分布式计算系统，Google的这三篇论文也就成为大数据时代的技术核心。

主流的三大分布式计算系统为Hadoop、Spark和Storm。

由于Google没有开源Google分布式计算模型的技术实现，所以其他互联网公司只能根据Google三篇技术论文中的相关原理，搭建自己的分布式计算系统。

Yahoo的工程师Doug Cutting和Mike Cafarella在2005年合作开发了分布式计算系统Hadoop。后来，Hadoop被贡献给了Apache基金会，成为Apache基金会的开源项目。Doug Cutting也成为Apache基金会的主席，主持Hadoop的开发工作。

Hadoop采用MapReduce分布式计算框架，并根据GFS开发了HDFS分布式文件系统，根据BigTable开发了HBase数据存储系统。尽管和Google内部使用的分布式计算系统原理相同，但是Hadoop在运算速度上依然达不到Google论文中的标准。

不过，Hadoop的开源特性使其成为分布式计算系统的事实上的国际标准。Yahoo、Facebook、Amazon以及国内的百度、阿里巴巴等众多互联网公司都以Hadoop为基础搭建自己的分布式计算系统。

Spark也是Apache基金会的开源项目，它由加州大学伯克利分校的实验室开发，是另外一种重要的分布式计算系统。它在Hadoop的基础上进行了一些架构上的改良。Spark与Hadoop最大的不同点在于，Hadoop使用硬盘来存储数据，而Spark使用内存来存储数据，因此Spark可以提供超过Hadoop100倍的运算速度。但是，由于内存断电后会丢失数据，Spark不能用于处理需要长期保存的数据。

Storm是Twitter主推的分布式计算系统，它由BackType团队开发，是Apache基金会的孵化项目。它在Hadoop的基础上提供了实时运算的特性，可以实时处理大数据流。不同于Hadoop和Spark，Storm不进行数据的收集和存储工作，它直接通过网络实时接受数据并且实时处理数据，然后直接通过网络实时传回结果。

Hadoop、Spark和Storm是目前最重要的三大分布式计算系统，Hadoop常用于离线的复杂的大数据处理，Spark常用于离线的快速的大数据处理，而Storm常用于在线的实时的大数据处理。

3.1.2 大数据与电力业务融合实现能源转换

1. 大数据时代电力企业面临的挑战

我国原有电力企业实行垂直一体化管理，2000年后实行更全面更深刻的改革。就目前的现状来看，电力企业包括独立的发电厂、五大发电公司、两大独立核算的电网经营企业，以及电力建设公司等其他独立核算单位。基于目前我国电力企业的发展现状，大数据产生于电力企业的各个方面。在发电侧，随着数字化电厂的建成，海量的有关故障监控、设备运行状态等数据被各大电厂保留下来；在输电侧和配电侧，在输变电设备状态监测系统中，为了能对绝缘放电等状态进行诊断，最大限度减少线损，需存储和监控的数据量十分巨大；在用电侧，电力用户的个人信息、电价信息以及智能电网的发展、电动汽车充放电监测信息都会产生海量数据。

然而，大多数电力企业的数据库仅仅实现了数据存储、查询、统计等最基本层次的功能，无法深入挖掘隐藏在海量数据背后的潜在价值。电力大数据时代下必将会对作为我国经济社会中存储电力运行信息知识、提供电力运行数据的电力企业带来巨大的影响。因此，深刻理解大数据的内涵，联系目前我国电力系统的发展以及电力系统数据存储、利用的现状就显得十分必要，这也为电力企业真正应对大数据时代下电力企业面临的挑战提供了相关的思考。电力企业数据来源不仅仅是企业内部的历史年度数据，还包括来自互联网和信息机构的各种数据。收集这些信息要附上相应的时空标志，必要的时候要剔除无效数据，同时还应当尽可能收集不同来源、不同结构化程度的数据，并且做到尽可能和企业内

部的历史数据相对照，以便于验证信息的可靠性和真实性，这对于电力企业来说，将是个不小的挑战。现代互联网应用呈现出非结构化和半结构化数据大幅度增长的特点。据不完全统计，这类数据占有比例已经达到整个数据量的75%以上。同时，由于数据网络化的存在，使得这类数据的复杂关系无处不在；另外，这类数据是以数据流的形式存在，数据价值化的体现与时间呈现明显的相关性，价值稍纵即逝。尽管目前计算机智能化有了很大进步，但还只能针对有结构或类结构的数据进行分析，谈不上深层次的数据挖掘。

大量观测数据虽然可以映射出各种复杂的网络系统，但由于这些数据往往是孤立的数据点，映射出的数据网络难免片面，如何做好数据集成，使之成为一个完整的数据网络，这是值得思考的问题。以发电企业为例，单单考虑发电量数据，得到的仅仅是发电厂发电量单一方面的数据。然而，发电数据是与电压数据、线损数据、用户用电数据等相互联系的，如何利用模糊分析方法，考虑这些数据的参数关系，分析复杂网络之间的联系，对发电企业来说将是一个巨大的挑战。

另外，由于各个发电企业、供电企业没有统一对专业化的信息系统进行建设，导致电力生产、销售各专业数据彼此独立，形成信息孤岛。为破除信息孤岛的数据壁垒，需要融合发电、输电、变电、配电、用电等多方面的数据，这就需要考虑如何对各环节的数据进行融合。在电力大数据时代下，大数据已成为电力企业进行决策的基础。但是，单纯的数据积累并不能给电力企业带来益处，只有运用相关的技术手段，对大量的数据进行深加工，发现隐含的信息并加以利用，进而指导电力企业做出正确的决策，这样电力大数据的作用才能发挥到极致。研究认为，数据挖掘技术的运用将会在电力企业成本降低、电力市场开拓、电力系统安全运行等方面发挥重大作用。

因此，理解数据挖掘技术及其在电力企业中的应用就显得非常必要。数据挖掘技术是通过对海量数据进行建模，并通过数理模型对企业的海量数据进行整理与分析，以帮助企业了解其不同的客户或不同的市场划分的一种从海量数据中找出企业所需知识的技术方法。如果说云计算为海量分布的电力数据提供了存储、访问的平台，那么如何在这个平台上发掘数据的潜在价值，使其为电力用户、电力企业提供服务，将成为云计算的发展方向，也将是大数据技术的核心议题。电力系统是一个复杂的系统，数据量庞大，特别是在电力企业进入大数据时代后，仅仅是电力设备运行和电力负荷的数据规模就已十分惊人。因此，光靠传统的数据处理方法就显得不合时宜，而数据挖掘技术的实现为解决这一难题提供了新的出路。数据挖掘技术在电力系统负荷预测和电力系统运行状态监控、电力用户特征值提取、电价预测等方面有很好的应用前景。

2. 有关数据挖掘技术的思考

我国电力市场化运行过程中，电力市场运行模式大体经历了垄断模式、发电竞价模式、电力转运模式，现在正在积极过渡到配电网开放模式。在这个过渡阶段，高质量的数据更是大数据发挥效能的前提，先进的数据挖掘技术是大数据发挥功效的必要手段。国际数据公司（International Data Corporation，IDC）指出，在大数据时代下，新的数据类型与

新的数据分析技术的缺失将是阻碍企业成为其行业领导者的重要因素。

该问题同样存在于电力企业中。但是，先进的数据挖掘技术只有在高质量的大数据环境下才能提取出隐含的有用的信息，否则，即使数据挖掘技术再先进，在充满噪声的大数据环境中也只能提取出毫无意义的“垃圾”信息。为此，电力企业为了应对电力大数据时代下数据质量对数据挖掘技术带来的挑战，应该考虑设立首席数据官（Chief Data Officer，CDO），进行专门的数据管理工作，定义元数据标准，保证数据质量。国内一些企业目前只是设立了首席信息官（Chief Information Officer，CIO），但是由于CIO只是技术专家，很难系统全面地开展数据挖掘工作，这就使得这些企业渐渐失去了充分利用大数据的优势。因此，传统的数据管理方式已经很难满足大数据时代下对数据质量的要求。在电力大数据时代下，如何提高数据的质量，电力企业任重道远。

大数据时代下，由于数据信息量巨大，使得数据挖掘是知识的自发现过程。在无明显目标的情况下需要从不同的数据源获得数据，然后对数据进行预处理，并使用模糊识别等算法对数据进行挖掘分析。为此，中国人民大学网络与移动管理实验室开发出了一种采用面向领域的DeepWeb数据集成技术，进而实现了对Web数据自动集成和处理。分析认为，大数据时代下电力企业数据挖掘技术主要由数据收集、数据整理、数据管理、数据分析、数据展示等过程组成。数据来源层实现大数据收集工作得益于移动设备、无线射频识别技术（Radio Frequency Identification，RFID）、互联网、自动记录系统等技术设备，数据来源层主要存放了电力企业内部大量的事务型数据，以及会对电力企业决策产生影响的外部性数据。同时，为了使所获得的数据更具代表性，电力企业要尝试收集不同数据源产生的数据，为数据挖掘的后续工作做好准备。

在数据整理过程中，由于数据源数据内容往往交叉，需要按照互动性对观测数据进行分类。同时，由于原始数据中有噪声数据、冗余数据及缺失数据等问题，需要对数据进行解析、清洗、重构，并填补缺失数据以提高待挖掘数据的质量。经过分类后数据被大致分为两大类，即结构化数据、半结构化与非结构化数据。对于结构化数据，需要对其进行数据过滤，剔除无效数据以提高分析效率；对于半结构化和非结构化数据，需要按照一定的标准处理成机器语言或索引。例如，对电力用户评论、电力系统运行日志资料等数据，就需要转换成加权逻辑或是模糊逻辑，并将不同的词语映射到标准值上，形成企业统一的语言。数据管理层在数据挖掘技术中的实现通过数据整理层，将经过整理和转化的数据存储到电力数据仓库（Data Warehouse，DW）中。由于不同的电力数据库储存标准不同，因此需要整合转化后才能储存到数据仓库中，这里就需要对数据仓库进行重新设计。

经过重新设计的数据仓库，可以根据不同的主题设计不同的属性集，从而减少数据处理量；针对不同的主题数据库，可以采取粗糙集的属性归约算法删除数据中的冗余信息，得到精简的数据集；然后将决策树所表示的数据集表示为IF-THEN的分类规则知识，并储存在规则知识库中；如果有新数据样本需要处理，可以按照一定的规则算法进行识别匹配，从而进行综合评价。经过数据管理层处理的数据，可以通过联机分析处理技术（On-line Analytical Processing，OLAP）来支撑复杂的决策分析过程，从而将数据转化成为辅

助决策的信息。鉴于电力企业对数据实时性要求很高，可以将电力企业的数据分为实时性数据和非实时性数据进行分类处理。针对非实时性数据，可以考虑基于分布式文件系统（Distributed File System，DFS）和MapReduce技术的云计算来进行处理；也可以基于Hadoop，一种DFS和MapReduce的开源实现的云计算平台来进行数据处理。对于实时性数据，如电力负荷数据，一方面电力企业可以通过内存计算技术，将全部数据通过内存运行进行计算，这将是提高计算速度的有效办法；另一方面可以在云平台前面设置若干前置机，用于实时接收数据。

3. 数据展示层可视化企业目标

通过电力营销决策支持系统（Electric Marketing Decision Support System，EMDSS），运用良好的数据可视化设计，借助图形表达数据中的复杂信息，将数据挖掘的成果可视化，并将其运用到电力企业未来的发展规划中。将深度挖掘的数据可视化，可以使员工清楚地认识到电力企业未来的发展方向、评价决策制定的正确与否。结果是否符合实际，是决定整个系统挖掘技术是否成功的标准。展望基于我国的基本国情，电力企业具备非常好的从数据运营角度获取更大程度信息、资源、知识发现的基础。因此，电力企业完全可以立足大数据，以数据挖掘技术为基础，创造数据增值服务。对于智能的理解，是指能够深刻分析收集到的材料、数据，以获得一个比较系统和全面的知识来解决特定的问题，从而满足商业战略目标的需要。智能面向电力行业，就是指电力行业发电、供电和用电的组织结构更加合理、运行程序更加优良、综合功效更加强大的智慧系统，即所谓的智能电网。智能电网基于数据和能源的同步传输，通过促进能源与信息技术的深度融合，已经逐渐形成了以能源、数据为运行体系支撑下的坚强可靠、友好互动、清洁环保的能源管理网络。

大数据与电网的融合涉及从发电企业到最终用户的整个能源转换过程和电力输送链。由于智能电网的快速发展，信息通信技术正以前所未有的广度、深度与电网生产、企业管理快速融合，信息通信系统俨然已经成为智能电网的“中枢神经系统”，支撑新一代电网生产和管理的快速发展。一个行业的结构越合理，内部摩擦越小，功效越大，系统的智慧程度就越高，每次人与数据的互动就更有机会以更高效和更多产的方式分析汇总，从而更好地支持决策行动。当前，国家电网有限公司已初步建成了国内领先、国际一流的信息集成平台，随着后续智能电表的逐步普及，电网业务数据将从时效性层面进一步丰富和拓展。通过对拓展到家庭、企业的广泛覆盖的数据采集网络进行深度的数据挖掘，可以进一步实现智能用电管理，使用户掌握实时用电信息、在线互动能耗数据，实现能源高效循环利用，进而为节能减排提供依据。因此，智能电网的发展，将更好地推动数据挖掘技术在电力行业的运用。

4. 基于数据挖掘技术的客户关系管理

随着电力企业改革的不断深入发展，客户关系管理（Customer Relationship Management，CRM）已经广泛应用到电力企业管理中，电力用户日益成为电力企业竞争

的核心。不同的用户对电力的需求是不同的，哪家供电企业如果能够及时运用一定的方法和工具将电力需求不同的客户进行分类，谁就能获得先机，取得竞争优势。对此，电力企业可以通过挖掘由客户信息、用电信息组成的主题仓库来对电力用户进行进一步了解。

企业竞争情报系统的分析方法需要处理大量的数据，通常都是PB级的。如果通过对这些情报数据进行分析，将具有类似电力需求的客户归在一类，将有助于电力企业寻找最有价值的电力客户。通过向这些客户提供特殊的服务，投放不同的广告，将有助于提高其满意度和忠诚度，从而为电力企业盈利提供保证。

将聚类分析运用到CRM中，从而能够针对不同的消费者群体提供更多的个性化服务，以便于更好地满足电力客户的需求，为电力企业争取更多的客户。建立以数据挖掘技术为核心的信息系统。由于计算机技术、网络技术在处理数据资料上的便捷、高效，电力企业为了适应时代的需求，大多探索建立了信息系统来辅助自己对内外部数据进行系统统计和精确分析，这样使得电力用户资料统计变得相对简单、易于操作。对于现代电力企业，应该逐渐摒弃“以产品为中心（good-domimantlogic）”的传统管理模式，转变为“以服务为中心（service-dominantlogic）”的面向“社会媒体—网民群体—电力企业”的“企业网络生态系统（enterpriseecocystem）”的新型管理模式。

一些电力企业开展了网上办电、网上业务咨询等服务，并对由此产生的信息进行分析和利用，从中获得收益。中国南方电网有限责任公司将投资建设一体化信息平台。五大发电企业目前正在重构其信息系统以建立新的管理与运营模式，把建立统一的信息平台作为信息化建设的重点项目。同时，有人还提出了基于传统的“目标驱动决策”和现代的“数据驱动决策”的技术创新管理双向决策模型。如果将这个模型应用于供电企业中，可以形成以自组织动态监测为核心，能够有效预警并处理用电高峰期的技术监测模型。

对于日趋完善的电力企业信息系统，数据挖掘技术的实施必将取得事半功倍的效果。电力企业在进行用户信息提取、负荷预测、数据库维护的过程中，由于面对数据中心存储规模不断扩大的现实，高能耗、高成本已经成为制约大数据时代数据挖掘过程有效进行的瓶颈。据《纽约时报》和麦肯锡公司就能耗问题发表的一篇题为Power Pollutionand the Internet的文章指出，对于Google来讲，数据中心年耗电量约为3MW，而这些能耗中，只有6%～12%被合理利用。对于我国的电力企业来讲，绝大多数电能用于服务器的闲置状态，以应对负荷高峰时的情况。因此，对于电力企业来讲，应该从采用新型低功耗硬件、引入可再生的新能源来构造一个绿色数据库等角度来考虑如何缓解能耗问题，将节约的能源再利用于基于时间序列相似性的电价预测。

3.1.3 大数据技术创新发展全球能源互联网

1. 智慧能源系统与电力大数据的发展需求

为了有效应对日益严重的环境污染、气候变化及能源危机问题，以电网为核心并深入

融合可再生新能源技术和互联网信息技术的能源互联网，是实现广泛互联、高度智能、开放互动的未来能源利用新模式。2016年2月，为推进能源互联网发展，国家发改委、国家能源局下发了《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》，其中重点任务之一就是推动能源与信息通信基础设施深度融合。

在可再生能源高渗透率及能源互联网发展趋势下，电网将呈现出更加复杂的随机特性、多源大数据特性及多时间尺度动态特性，大电网扰动冲击范围及协调控制难度增大。2017年1月，能源局发布《能源发展“十三五”规划》，强调了更加注重系统优化、积极构建大电网智能监控系统。“十三五”期间要积极推动能源、信息、大数据等领域新技术深度融合，推进电网信息物理系统的高效集成和智能化调控，助推大电网智能监控系统建设。

因此，要实现巨型电网的智能分析和控制，需要全面依托大数据技术，改变传统思维范式和科研模式，采用全新的方法路径，解决目前电网分析与控制领域所面临的诸多机制性问题，建立信息驱动的大电网态势感知与智能控制新模式，实现大电网主动式全景安全防御。

2. 核心思想与建设目标

1）核心思想

全面贯彻“一带一路”和“互联网+”国家创新战略，面向全球能源互联网发展新格局、大型能源互联工业系统智能分析与控制等重大工业发展趋势。以大数据、人工智能为核心技术支撑，以提升大电网安全和智能水平、加强技术产品研发、深化应用创新为重点，打造数据、技术、安全、节能与智能协同发展的自主产业生态体系，全面提升能源互联网大数据的资源掌控能力、技术支撑能力和价值挖掘能力，加快建设大电网智能监控系统，有力支撑全球能源互联网建设。

2）遵循原则

（1）创新驱动。

应对能源互联网多源大数据和智能调控挑战，聚焦大电网智能监控国际发展前沿。以国家电网有限公司、中国电力科学研究院为主体，强化创新能力，提高创新层次，集中攻克电力大数据智能应用关键技术。加强能源互联网大数据技术、应用和商业模式的协同创新，打造具有全球竞争优势的可信云与能源大数据产业集群。

（2）应用引领。

发挥我国电网规模大、信息采集平台完备的优势，以国家战略、能源格局、工业发展为牵引，加快能源互联网大数据核心技术攻关以及在关联行业的应用。

（3）多元合作。

汇聚全球大数据技术、人才和资金等要素资源，坚持自主创新和多元合作相结合，促进跨行业、跨领域、跨地域大数据应用，形成良性互动的产业发展格局。

（4）统筹协调。

发挥国家电网有限公司和中国电力科学研究院在能源互联网大数据产业创新中的主体

作用，加大政府、国家电网有限公司政策支持和引导力度，营造良好的政策、法规、科研环境，形成政产学研用统筹推进的协调机制。

3）建设目标

2017年，紧密围绕能源互联网和人工智能领域前沿学术热点和发展趋势，汇聚国内外电力系统和人工智能领域顶级专家学者及产业界先锋，打造集“产—学—研—用”于一体的智慧能源系统高水平综合交流平台，成立中国人工智能学会智慧能源系统专业委员会。

2018年，形成自主可控的大数据与大电网智能监控系统全面解决方案、技术体系和（国际）标准规范，在大电网智能监控的环境感知、特种通信、智能云端、智能分析、智慧服务等方面突破一批关键技术，为构建信息驱动、主动防御、精准控制的巨型能源智慧管理系统奠定基础。推进基于大数据和人工智能技术的大电网智能监控机器人重大工程示范项目建设。

到2020年，基本形成以自主可信云与能源互联网大数据为主体的产业生态体系，打造具有全球竞争优势的可信云与能源大数据产业集群。促进新能源和绿色能源的广泛消纳，进一步提升资源汇聚、数据整合、存储管理、分析挖掘、安全保障、按需服务等能力。

3. 重点任务和重大工程

1）促进大数据与智慧能源系统新体制与标准体系的建立

大电网智能监控的信息流形态、功能架构及标准，大电网智能监控的能量流形态、功能架构及标准，多能流融合建模仿真及分析方法。大电网智能监控的信息流和能量流融合及交互机制，抽象与统一，耦合特性建模、仿真和安全特性分析。形成巨型能源互联系统的综合能量管理系统框架及标准体系。

2）强化大数据与智慧能源系统的全景状态感知智能传感产品研发

大电网综合环境监测技术是在已有的广域同步测量技术基础上，针对不同工况和场景态势评估与控制需求，提出能源互联网所涉及的各种电源侧、电网侧、负荷侧、环境等信息广域同步测量方案。智能测量终端对设备状态、系统安全水平、潜伏故障及风险进行智能分析与诊断，并支持实时数据的远传。

3）加快大数据与智慧能源系统的时空一体化信息组网技术攻关

由于能源互联网的广域、紧急和工业控制对空间和时间的要求苛刻，需要采用高安全、高可靠的大颗粒业务传输模式。分布式高精度全景同步录波数据融合与反演技术，高性能大电网智能监控时空一体化特种通信和组网技术，面向大电网智能监控的智能云端协作关键技术及系统。同时采用分层分域（核心、骨干、接入）、大容量低时延的网络架构。

4）推进大数据与巨型电网智能监控系统的新型软件平台建设

针对巨型能源互联系统的智能管控问题，突破可信云计算服务器和安全技术，研究可信网络和可信实体框架，大电网可持续演化的智能化软件理论、方法和技术，大电网智能

驾驶系统的软件体系结构和支撑技术，面向大电网调控的智能化集成化软件互操作平台。

5）加强大数据与巨型电网智能监控类人智能技术攻关

完全基于能源互联系统的广域测量信息，电网大数据全息地图获取与状态信息聚合技术，大电网大数据深度挖掘与时空模式发现技术。大电网大数据类人智能感知与强化深度学习技术，进而实现状态、事件、环境等要素之间的广义关联分析，主导特征提取。大电网的智能驾驶形态与情景交互关键技术。

6）深化大数据与巨型电网智能监控的关键技术研究

大电网复杂时变场景的高效虚拟映射与绘制引擎，大电网全景运维态势协同感知与态势图构建技术，实现不同场景的安全态势感知和评估。虚拟建模技术，如拓扑结构识别、关联关系刻画、主控对象浓缩、参数跟踪辨识等。大电网时空一体化智能协同控制技术，广域协调控制建模及鲁棒优化算法，并动态跟踪时空演变轨迹进行自适应控制。大电网多源大数据综合智慧服务模式与系统框架设计。

7）部署大数据与巨型电网智能监控机器人重大工程示范

能源互联网多源时空大数据融合技术，如统一时标、统一建模。大电网智能监控机器人功能规范与标准，大数据支撑平台构建及通用算法移植，重特大事故时空一体化协同监测与紧急控制。智能监控机器人的人机接口技术，如人机界面、语义理解、语音合成与识别、图像识别与处理、机器翻译等技术。还包含人机接口装置和交互技术、监控技术、远程操作技术、通信技术等。开展大区电网的智能监控机器人样机研发和工程示范。

4. 保障措施

1）以技术创新为核心

电力大数据技术的发展应博采众长，用创新探索跨界合作新模式。加强国际合作，加快技术创新，促进复杂网络、应用数学、深度学习、人工智能、关联科学、信息通信和大数据技术的深度融合。推动建立电气工程与信息通信领域、应用数学、复杂网络、数据分析等多领域的协同创新队伍。

2）以科学研究为主体

建立涵盖业务部门、科研机构、专业院校、产业单位等在内的联合攻坚团队。依托国家和国家电网有限公司重大科研项目，联合多学科理论和技术优势，开展大数据研究尤其需要加强跨学科研究与合作。鼓励高校培养适应创新要求的多学科交叉人才。

3）以产业发展为推动

做好智慧能源系统的大数据宏观产业布局和顶层框架设计，促进智慧能源系统信息采集、网络通信、大数据平台、智慧应用和人机交互等产业链的龙头企业和创新型中小企业。推动电力大数据基础设施和支撑服务平台建设，完善大数据智能分析和综合服务体系。创造良好的电力大数据和智慧能源产业发展环境，推动建立智慧能源系统良好生态体系。助力“一带一路”“互联网+”和全球能源互联网建设。

3.2 电力大数据应用工程国家发展战略

本节主要介绍国家促进大数据发展十大专题、实施国家大数据战略的目的与意义、2017年中国大数据产业发展情况。

3.2.1 国家促进大数据发展十大专题

大数据是以容量大、类型多、存取速度快、应用价值高为主要特征的数据集合，正快速发展为对数量巨大、来源分散、格式多样的数据进行采集、存储和关联分析，从中发现新知识、创造新价值、提升新能力的新一代信息技术和服务业态。

信息技术与经济社会的交汇融合引发了数据迅猛增长，数据已成为国家基础性战略资源，大数据正日益对全球生产、流通、分配、消费活动以及经济运行机制、社会生活方式和国家治理能力产生重要影响。目前，我国在大数据发展和应用方面已具备一定基础，拥有市场优势和发展潜力，但也存在政府数据开放共享不足、产业基础薄弱、缺乏顶层设计和统筹规划、法律法规建设滞后、创新应用领域不广等问题，亟待解决。

1. 发展形势和重要意义

全球范围内，运用大数据推动经济发展、完善社会治理、提升政府服务和监管能力正成为趋势，有关发达国家相继制定实施大数据战略性文件，大力推动大数据发展和应用。目前，我国互联网、移动互联网用户规模居全球第一，拥有丰富的数据资源和应用市场优势，大数据部分关键技术研发取得突破，涌现出一批互联网创新企业和创新应用，一些地方政府已启动大数据相关工作。坚持创新驱动发展，加快大数据部署，深化大数据应用，已成为稳增长、促改革、调结构、惠民生和推动政府治理能力现代化的内在需要和必然选择。

1）大数据成为推动经济转型发展的新动力

以数据流引领技术流、物质流、资金流、人才流，将深刻影响社会分工协作的组织模式，促进生产组织方式的集约和创新。大数据推动社会生产要素的网络化共享、集约化整合、协作化开发和高效化利用，改变了传统的生产方式和经济运行机制，可显著提升经济运行水平和效率。大数据持续激发商业模式创新，不断催生新业态，已成为互联网等新兴领域促进业务创新增值、提升企业核心价值的重要驱动力。大数据产业正在成为新的经济增长点，将对未来信息产业格局产生重要影响。

2）大数据成为重塑国家竞争优势的新机遇

在全球信息化快速发展的大背景下，大数据已成为国家重要的基础性战略资源，正引领新一轮科技创新。充分利用我国的数据规模优势，实现数据规模、质量和应用水平同步

提升，发掘和释放数据资源的潜在价值，有利于更好地发挥数据资源的战略作用，增强网络空间数据主权保护能力，维护国家安全，有效提升国家竞争力。

3）大数据成为提升政府治理能力的新途径

大数据应用能够揭示传统技术方式难以展现的关联关系，推动政府数据开放共享，促进社会事业数据融合和资源整合，将极大提升政府整体数据分析能力，为有效处理复杂社会问题提供新的手段。建立“用数据说话、用数据决策、用数据管理、用数据创新”的管理机制，实现基于数据的科学决策，将推动政府管理理念和社会治理模式进步，加快建设与社会主义市场经济体制和中国特色社会主义事业发展相适应的法治政府、创新政府、廉洁政府和服务型政府，逐步实现政府治理能力现代化。

2. 主要任务

1）加快政府数据开放共享，推动资源整合，提升治理能力

专题1　政府数据资源共享开放工程

推动政府数据资源共享。制定政府数据资源共享管理办法，整合政府部门公共数据资源，促进互联互通，提高共享能力，提升政府数据的一致性和准确性。2017年底，明确了各部门数据共享的范围边界和使用方式，跨部门数据资源共享共用格局基本形成。

形成政府数据统一共享交换平台。充分利用统一的国家电子政务网络，构建跨部门的政府数据统一共享交换平台，中央政府层面实现数据统一共享交换平台的全覆盖，实现金税、金关、金财、金审、金盾、金宏、金保、金土、金农、金水、金质等信息系统通过统一平台进行数据共享和交换。

形成政府数据统一开放平台。建立政府部门和事业单位等公共机构数据资源清单，制定实施政府数据开放共享标准，制订数据开放计划。2018年底前，建成国家政府数据统一开放平台。2020年底前，逐步实现信用、交通、医疗、卫生、就业、社保、地理、文化、教育、科技、资源、农业、环境、安监、金融、质量、统计、气象、海洋、企业登记监管等民生保障服务相关领域的政府数据集向社会开放。

专题2　国家大数据资源统筹发展工程

整合各类政府信息平台和信息系统。严格控制新建平台，依托现有平台资源，在地市级以上（含地市级）政府集中构建统一的互联网政务数据服务平台和信息惠民服务平台，在基层街道、社区统一应用，并逐步向农村特别是农村社区延伸。除国务院另有规定外，原则上不再审批有关部门、地市级以下（不含地市级）政府新建孤立的信息平台和信息系统。中央层面构建形成统一的互联网政务数据服务平台；国家信息惠民试点城市实现基础信息集中采集、多方利用，实现公共服务和社会信息服务的全人群覆盖、全天候受理和“一站式”办理。

整合分散的数据中心资源。充分利用现有政府和社会数据中心资源，运用云计算技术，整合规模小、效率低、能耗高的分散数据中心，构建形成布局合理、规模适度、保障有力、绿色集约的政务数据中心体系。统筹发挥各部门已建数据中心的作用，严格控制部门新建数据中心。开展区域试点，推进贵州等大数据综合试验区建设，促进区域性大数据基础设施的整合和数据资源的汇聚应用。

加快完善国家基础信息资源体系。加快建设完善国家人口基础信息库、法人单位信息资源库、自然资源和空间地理基础信息库等基础信息资源。依托现有相关信息系统，逐步完善健康、社保、就业、能源、信用、统计、质量、国土、农业、城乡建设、企业登记监管等重要领域信息资源。建成跨部门共享校核的国家人口基础信息库、法人单位信息资源库、自然资源和空间地理基础信息库等国家基础信息资源体系，实现与各领域信息资源的汇聚整合和关联应用。

加强互联网信息采集利用。加强顶层设计，树立国际视野，充分利用已有资源，加强互联网信息采集、保存和分析能力建设，制定完善互联网信息保存相关法律法规，构建互联网信息保存和信息服务体系。

专题3　政府治理大数据工程

推动宏观调控决策支持、风险预警和执行监督大数据应用。统筹利用政府和社会数据资源，探索建立国家宏观调控决策支持、风险预警和执行监督大数据应用体系。开展政府和社会合作开发利用大数据试点，完善金融、税收、审计、统计、农业、规划、消费、投资、进出口、城乡建设、劳动就业、收入分配、电力及产业运行、质量安全、节能减排等领域国民经济相关数据的采集和利用机制，推进各级政府按照统一体系开展数据采集和综合利用，加强对宏观调控决策的支撑。

推动信用信息共享机制和信用信息系统建设。加快建立统一社会信用代码制度，建立信用信息共享交换机制。充分利用社会各方面信息资源，推动公共信用数据与互联网、移动互联网、电子商务等数据的汇聚整合，鼓励互联网企业运用大数据技术建立市场化的第三方信用信息共享平台，使政府主导征信体系的权威性和互联网大数据征信平台的规模效应得到充分发挥，依托全国统一的信用信息共享交换平台，建设企业信用信息公示系统，实现覆盖各级政府、各类别信用主体的基础信用信息共享，初步建成社会信用体系，为经济高效运行提供全面准确的基础信用信息服务。

建设社会治理大数据应用体系。围绕实施区域协调发展、新型城镇化等重大战略和主体功能区规划，在企业监管、质量安全、质量诚信、节能降耗、环境保护、食品安全、安全生产、信用体系建设、旅游服务等领域探索开展一批应用试点，打通政府部门、企事业单位之间的数据壁垒，实现合作开发和综合利用。实时采集并汇总分析政府部门和企事业单位的市场监管、检验检测、违法失信、企业生产经营、销售物流、投诉举报、消费维权等数据，有效促进各级政府社会治理能力提升。

专题4 公共服务大数据工程

医疗健康服务大数据。构建电子健康档案、电子病历数据库，建设覆盖公共卫生、医疗服务、医疗保障、药品供应、计划生育和综合管理业务的医疗健康管理和服务大数据应用体系。探索预约挂号、分级诊疗、远程医疗、检查检验结果共享、防治结合、医养结合、健康咨询等服务，优化形成规范、共享、互信的诊疗流程。鼓励和规范有关企事业单位开展医疗健康大数据创新应用研究，构建综合健康服务应用。

社会保障服务大数据。建设由城市延伸到农村的统一社会救助、社会福利、社会保障大数据平台，加强与相关部门的数据对接和信息共享，支撑大数据在劳动用工和社保基金监管、医疗保险对医疗服务行为监控、劳动保障监察、内控稽核以及人力资源社会保障相关政策制定和执行效果跟踪评价等方面的应用。利用大数据创新服务模式，为社会公众提供更为个性化、更具针对性的服务。

教育文化大数据。完善教育管理公共服务平台，推动教育基础数据的伴随式收集和全国互通共享。建立各阶段适龄入学人口基础数据库、学生基础数据库和终身电子学籍档案，实现学生学籍档案在不同教育阶段的纵向贯通。推动形成覆盖全国、协同服务、全网互通的教育资源云服务体系。探索发挥大数据对变革教育方式、促进教育公平、提升教育质量的支撑作用。加强数字图书馆、档案馆、博物馆、美术馆和文化馆等公益设施建设，构建文化传播大数据综合服务平台，传播中国文化，为社会提供文化服务。

交通旅游服务大数据。探索开展交通、公安、气象、安监、地震、测绘等跨部门、跨地域数据融合和协同创新。建立综合交通服务大数据平台，共同利用大数据提升协同管理和公共服务能力，积极吸引社会优质资源，利用交通大数据开展出行信息服务、交通诱导等增值服务。建立旅游投诉及评价全媒体交互中心，实现对旅游城市、重点景区游客流量的监控、预警和及时分流疏导，为规范市场秩序、方便游客出行、提升旅游服务水平、促进旅游消费和旅游产业转型升级提供有力支撑。

2）推动产业创新发展，培育新兴业态，助力经济转型

专题5 工业和新兴产业大数据工程

工业大数据应用。利用大数据推动信息化和工业化深度融合，研究推动大数据在研发设计、生产制造、经营管理、市场营销、售后服务等产业链各环节的应用，研发面向不同行业、不同环节的大数据分析应用平台，选择典型企业、重点行业、重点地区开展工业企业大数据应用项目试点，积极推动制造业网络化和智能化。

服务业大数据应用。利用大数据支持品牌建立、产品定位、精准营销、认证认可、质量诚信提升和定制服务等，研发面向服务业的大数据解决方案，扩大服务范围，增强服务能力，提升服务质量，鼓励创新商业模式、服务内容和服务形式。

培育数据应用新业态。积极推动不同行业大数据的聚合、大数据与其他行业的融合，大力培育互联网金融、数据服务、数据处理分析、数据影视、数据探矿、数据化学、数据

材料、数据制药等新业态。

电子商务大数据应用。推动大数据在电子商务中的应用，充分利用电子商务中形成的大数据资源为政府实施市场监管和调控服务，电子商务企业应依法向政府部门报送数据。

专题6　现代农业大数据工程

农业农村信息综合服务。充分利用现有数据资源，完善相关数据采集共享功能，完善信息进村入户村级站的数据采集和信息发布功能，建设农产品全球生产、消费、库存、进出口、价格、成本等数据调查分析系统工程，构建面向农业农村的综合信息服务平台，涵盖农业生产、经营、管理、服务和农村环境整治等环节，集合公益服务、便民服务、电子商务和网络服务，为农业农村农民生产生活提供综合、高效、便捷的信息服务，加强全球农业调查分析，引导国内农产品生产和消费，完善农产品价格形成机制，缩小城乡数字鸿沟，促进城乡发展一体化。

农业资源要素数据共享。利用物联网、云计算、卫星遥感等技术，建立我国农业耕地、草原、林地、水利设施、水资源、农业设施设备、新型经营主体、农业劳动力、金融资本等资源要素数据监测体系，促进农业环境、气象、生态等信息共享，构建农业资源要素数据共享平台，为各级政府、企业、农户提供农业资源数据查询服务，鼓励各类市场主体充分发掘平台数据，开发测土配方施肥、统防统治、农业保险等服务。

农产品质量安全信息服务。建立农产品生产的生态环境、生产资料、生产过程、市场流通、加工储藏、检验检测等数据共享机制，推进数据实现自动化采集、网络化传输、标准化处理和可视化运用，提高数据的真实性、准确性、及时性和关联性，与农产品电子商务等交易平台互联共享，实现各环节信息可查询、来源可追溯、去向可跟踪、责任可追究，推进实现种子、农药、化肥等重要生产资料信息可追溯，为生产者、消费者、监管者提供农产品质量安全信息服务，促进农产品消费安全。

专题7　万众创新大数据工程

发展万众创新大数据。适应国家创新驱动发展战略，实施大数据创新行动计划，鼓励企业和公众发掘利用开放数据资源，激发创新创业活力，促进创新链和产业链深度融合，推动大数据发展与科研创新有机结合，形成大数据驱动型的科研创新模式，打通科技创新和经济社会发展之间的通道，推动万众创新、开放创新和联动创新。

大数据创新应用。通过应用创新开发竞赛、服务外包、社会众包、助推计划、补助奖励、应用培训等方式，鼓励企业和公众发掘利用开放数据资源，激发创新创业活力。

大数据创新服务。面向经济社会发展需求，研发一批大数据公共服务产品，实现不同行业、领域大数据的融合，扩大服务范围、提高服务能力。

发展科学大数据。积极推动由国家公共财政支持的公益性科研活动获取和产生的科学数据逐步开放共享，构建科学大数据国家重大基础设施，实现对国家重要科技数据的权威汇集、长期保存、集成管理和全面共享。面向经济社会发展需求，发展科学大数据应用服

务中心，支持解决经济社会发展和国家安全重大问题。

知识服务大数据应用。利用大数据、云计算等技术，对各领域知识进行大规模整合，搭建层次清晰、覆盖全面、内容准确的知识资源库群，建立国家知识服务平台与知识资源服务中心，形成以国家平台为枢纽、行业平台为支撑，覆盖国民经济主要领域，分布合理、互联互通的国家知识服务体系，为生产生活提供精准、高水平的知识服务。提高我国知识资源的生产与供给能力。

推进基础研究和核心技术攻关。围绕数据科学理论体系、大数据计算系统与分析理论、大数据驱动的颠覆性应用模型探索等重大基础研究进行前瞻布局，开展数据科学研究，引导和鼓励在大数据理论、方法及关键应用技术等方面展开探索。采取政产学研用相结合的协同创新模式和基于开源社区的开放创新模式，加强海量数据存储、数据清洗、数据分析发掘、数据可视化、信息安全与隐私保护等领域关键技术攻关，形成安全可靠的大数据技术体系。支持自然语言理解、机器学习、深度学习等人工智能技术创新，提升数据分析处理能力、知识发现能力和辅助决策能力。

专题8　大数据关键技术及产品研发与产业化工程

加强大数据基础研究。融合数理科学、计算机科学、社会科学及其他应用学科，以研究相关性和复杂网络为主，探讨建立数据科学的学科体系；研究面向大数据计算的新体系和大数据分析理论，突破大数据认知与处理的技术瓶颈；面向网络、安全、金融、生物组学、健康医疗等重点需求，探索建立数据科学驱动行业应用的模型。

大数据技术产品研发。加大投入力度，加强数据存储、整理、分析处理、可视化、信息安全与隐私保护等领域技术产品的研发，突破关键环节技术瓶颈。到2020年，形成一批具有国际竞争力的大数据处理、分析、可视化软件和硬件支撑平台等产品。

提升大数据技术服务能力。促进大数据与各行业应用的深度融合，形成一批代表性应用案例，以应用带动大数据技术和产品研发，形成面向各行业的成熟的大数据解决方案。

完善大数据产业链。支持企业开展基于大数据的第三方数据分析发掘服务、技术外包服务和知识流程外包服务。鼓励企业根据数据资源基础和业务特色，积极发展互联网金融和移动金融等新业态。推动大数据与移动互联网、物联网、云计算的深度融合，深化大数据在各行业的创新应用，积极探索创新协作共赢的应用模式和商业模式。加强大数据应用创新能力建设，建立政产学研用联动、大中小企业协调发展的大数据产业体系。建立和完善大数据产业公共服务支撑体系，组建大数据开源社区和产业联盟，促进协同创新，加快计量、标准化、检验检测和认证认可等大数据产业质量技术基础建设，加速大数据应用普及。

专题9　大数据产业支撑能力提升工程

培育骨干企业。完善政策体系，着力营造服务环境优、要素成本低的良好氛围，加速培育大数据龙头骨干企业。充分发挥骨干企业的带动作用，形成大中小企业相互支撑、

协同合作的大数据产业生态体系。到2020年，培育10家国际领先的大数据核心龙头企业，500家大数据应用、服务和产品制造企业。

大数据产业公共服务。整合优质公共服务资源，汇聚海量数据资源，形成面向大数据相关领域的公共服务平台，为企业和用户提供研发设计、技术产业化、人力资源、市场推广、评估评价、认证认可、检验检测、宣传展示、应用推广、行业咨询、投融资、教育培训等公共服务。

中小微企业公共服务大数据。整合现有中小微企业公共服务系统与数据资源，链接各省（区、市）建成的中小微企业公共服务线上管理系统，形成全国统一的中小微企业公共服务大数据平台，为中小微企业提供科技服务、综合服务、商贸服务等各类公共服务。

3）强化安全保障，提高管理水平，促进健康发展

专题10　网络和大数据安全保障工程

网络和大数据安全支撑体系建设。在涉及国家安全稳定的领域采用安全可靠的产品和服务，到2020年，实现关键部门的关键设备安全可靠。完善网络安全保密防护体系。

大数据安全保障体系建设。明确数据采集、传输、存储、使用、开放等各环节保障网络安全的范围边界、责任主体和具体要求，建设完善金融、能源、交通、电信、统计、广电、公共安全、公共事业等重要数据资源和信息系统的安全保密防护体系。

网络安全信息共享和重大风险识别大数据支撑体系建设。通过对网络安全威胁特征、方法、模式的追踪、分析，实现对网络安全威胁新技术、新方法的及时识别与有效防护。强化资源整合与信息共享，建立网络安全信息共享机制，推动政府、行业、企业间的网络风险信息共享。通过大数据分析，对网络安全重大事件进行预警、研判和应对指挥。

3.2.2　实施国家大数据战略的目的与意义

随着信息技术和人类生产生活交汇融合，互联网快速普及，全球数据呈现爆发增长、海量集聚的特点。有人感叹，数据是新的石油，是21世纪最为珍贵的财产。作为信息化发展的新阶段，大数据对经济发展、社会秩序、国家治理、人民生活都将产生重大影响。“谁掌握了数据，谁就掌握了主动权”。现在，世界各国都把推进经济数字化作为实现创新发展的重要动能，在技术研发、数据共享、安全保护等方面进行前瞻性布局。抓住大数据发展的时代机遇，开创发展新局面，也是我国必须解答好的时代课题。

近年来，我国网络购物、移动支付、共享经济等数字经济新业态新模式蓬勃发展，走在了世界前列。2016年，我国数字经济规模总量达22.58万亿元，跃居全球第二。

创新发展如逆水行舟，不进则退。面对新的时代要求，推动大数据技术产业创新发展，就要在突破核心技术、加快构建新一代信息基础设施、完善政策环境、形成数据驱动

型创新体系、培育造就人才队伍等方面迈出新步伐；构建以数据为关键要素的数字经济，就要着力推动实体经济和数字经济融合发展，加快形成以创新为主要引领和支撑的数字经济，让大数据成为建设现代化经济体系的重要基石。

大数据不仅是一场技术和产业革命，也将带来国家治理的深刻变革。运用大数据提升国家治理现代化水平，是新的治理课题。从建立健全大数据辅助科学决策和社会治理的机制，到保障国家数据安全，打破信息壁垒、推动信息共享，再到利用大数据平台形成社会治理合力，用好大数据这个利器，将有力提升治理科学化、精准化、高效化水平，增强服务经济社会发展、防范化解风险的能力。“工欲善其事，必先利其器。”善于获取数据、分析数据、运用数据，是做好工作的基本功。懂得大数据，用好大数据，增强利用数据推进各项工作的本领，已经成为新时代领导干部的必修课。

坚持以人民为中心的发展思想，运用大数据促进保障和改善民生，既是新时代发展的内在要求，也是大有可为的广阔舞台。推进“互联网+教育”“互联网+医疗”等，让百姓少跑腿、数据多跑路，不断提升公共服务质量；坚持问题导向，推进教育、就业、医药卫生、住房等领域大数据普及应用，弥补民生短板；加强精准扶贫、生态环境领域的大数据运用，为打赢脱贫攻坚战、建设美丽中国助力。让大数据更好地服务社会、造福民众，就能不断满足人民对美好生活的向往。

党的十九大提出建设科技强国、网络强国、数字中国、智慧社会等发展目标，作出推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合等战略部署。新时代中国互联网和数字经济发展蓝图已经绘就，要勇于创新、苦干实干，奋力开拓数字中国新境界，为决胜全面建成小康社会、建设社会主义现代化国家作出新贡献。

1. 大数据有新特征，是信息化新阶段

大数据发展日新月异，是信息化发展的新阶段。世界各国都把推进经济数字化作为实现创新发展的重要动能，在前沿技术研发、数据开放共享、隐私安全保护、人才培养等方面做了前瞻性布局。

2. 抢占科技制高点，关键技术握在手里

推动大数据技术产业创新发展。瞄准世界科技前沿，突破大数据核心技术，构建自主可控的大数据，构建新一代信息基础设施，培育大数据领军企业、人才队伍。

3. 数据也是生产要素，大数据是重要生产力

在互联网经济时代，数据是新的生产要素，是基础性资源和战略性资源，也是重要生产力。因此要构建以数据为关键要素的数字经济。

推动实体经济和数字经济融合发展，推动互联网、大数据、人工智能同实体经济深度融合，推动制造业加速向数字化、网络化、智能化发展，推进工业互联网基础设施和数据资源管理体系建设，做好信息化和工业化深度融合。

4. 大数据决策治理，未卜先知神机妙算

运用大数据提升国家治理现代化水平。推行电子政务、建设智慧城市，数据集中共享，构建全国信息资源共享体系。利用大数据平台分析风险因素，提高感知、预测、防范能力。

5. 大数据取之于民，用之于民，以人民为中心

运用大数据促进保障和改善民生。利用“互联网+N”推进教育、就业、社保、医药卫生、住房、交通等领域大数据普及应用，让百姓少跑腿、数据多跑路，抓住民生领域突出矛盾，开发各类便民应用，助力精准扶贫、生态环境改善。

6. 数据安全关乎平安和谐，筑牢防线，守土有则

切实保障国家数据安全，加强关键信息基础设施安全保护，强化国家关键数据资源保护能力，增强数据安全预警和溯源能力。

加快法规制度建设，制定数据资源确权等制度，完善数据产权保护制度。加大对技术专利、数字版权、数字内容产品及个人隐私等的保护力度。

7. 对领导干部提要求，当成基本功学懂用好

善于获取数据、分析数据、运用数据，是领导干部的基本功。要加强学习，懂得大数据，用好大数据，增强利用数据推进各项工作的本领，不断提高对大数据发展规律的把握能力。

数字中国新愿景是：形成万物互联、人机交互、天地一体的网络空间；形成覆盖全国、统筹利用、统一接入的数据共享大平台；加强国际数据治理政策储备和治理规则研究，提出中国方案。

3.2.3 2017年中国大数据产业发展情况

推动大数据产业持续健康发展是党中央、国务院作出的重大战略部署，是实施国家大数据战略，实现我国从数据大国向数据强国转变的重大举措。2017年我国大数据产业发展已经取得了积极进展，大数据基础环境不断优化、数据资源大量积累、大数据企业快速发展、行业应用不断深化，但由于大数据定义和边界的不清晰、相关统计体系的缺失，造成业界对我国大数据产业发展取得的成绩、存在的问题、所处的发展阶段等情况难有准确的判断。重点聚焦于区域、行业、企业三个层面，通过制定指标体系测算发展指数，剖析发展水平、层次和特点，分析存在的不足和问题，这对于研判应采取的政策措施、推动我国大数据产业快速发展具有积极作用。

1. 大数据产业基本概念

大数据产业涉及经济社会的方方面面，在各行业各领域中都有大数据产业的融合渗透，其涵盖范围很广。从概念定义上来看，大数据产业指以数据生产、采集、存储、加工、分析、服务为主的相关经济活动，包括数据资源建设、数据软硬件产品的开发、销售和租赁活动，以及相关信息技术服务。亦可从三个产业层次理解：

- 一是大数据核心产业：指专门应用于大数据运行处理生命周期的软件、硬件、服务等，包括大数据硬件、大数据软件、大数据服务和行业大数据。其中行业大数据指的是面向行业特点的大数据解决方案等。
- 二是大数据关联产业：指在大数据运行处理的过程中，为其提供基础设施、处理工具、相关技术等的产业，包括云计算、物联网、互联网、移动互联网、人工智能、虚拟现实等。
- 三是大数据融合产业：指大数据与其他行业领域融合产生的新兴业态、升级业态，包括智能制造、智慧农业、智慧城市、机器人、智能交通、智慧医疗、智能家居、智能网联汽车等。

大数据产业主要指大数据核心产业，在企业篇特色细分领域大数据企业评价中会涉及部分大数据关联产业及融合产业。大数据运行生命周期涵盖从数据的产生到采集、数据传输、分享到存储，再到分析挖掘，直至最终的呈现与应用。

2. 大数据产业发展评估标准

区域大数据发展评估指标主要围绕我国31个省（自治区、直辖市）对区域大数据产业发展水平进行评估。区域大数据发展评估指标用于评估一定区域范围内大数据产业的发展水平，主要针对省域区域范围。区域大数据发展评估主要从三个方向展开：一是评估区域大数据产业发展的基础环境；二是评估区域大数据产业发展水平；三是评估区域大数据应用发展水平。区域大数据发展评估指标由3个一级指标和10个二级指标构成。

行业大数据发展评估指标主要围绕工业、金融、教育等10个行业对行业大数据发展水平进行评估。行业大数据发展评估指标用于评估面向特定行业应用的大数据产业发展水平，重点行业包括工业、政务、交通、医疗、教育、旅游、金融、电信、农业和商贸。行业大数据发展评估主要从四个方向展开：一是评估行业大数据发展的基础环境；二是评估行业数据资源采集及汇集水平；三是评估行业大数据应用水平；四是评估行业大数据应用效益。行业大数据发展评估指标由4个一级指标和10个二级指标构成。

企业大数据发展评估指标主要评估开展大数据相关业务的主要企业的发展水平。企业大数据发展评估指标用于评估开展大数据业务的大数据企业发展水平。企业大数据发展评估主要从三个方向展开：一是评估企业的综合发展水平；二是评估企业在大数据领域开展技术和产品研发创新的能力；三是评估企业在市场竞争中地位。企业大数据发展评估指标由基础画像、研发创新和市场拓展3个一级指标和8个二级指标构成。同时，对产业链环节、行业解决方案、特色细分领域大数据企业做了重点剖析比较。

3. 大数据产业发展评估总体情况

我国各省（市）区域大数据产业的发展由于政策环境、产业基础、应用特点等不同而表现出明显的梯级分布特征，大数据产业发展地区集聚效应显著。

2016年，国家大数据综合试验区引领产业发展，其所在区域的大数据产业发展总指数在全国大数据产业发展总指数的占比高达38.5%。大数据产业区域集聚发展格局逐步形成，长三角地区、珠三角地区、中西部地区和东北地区大数据产业集聚发展态势明显。我国东部、西部、中部、东北四个分区产业发展差异化明显，从总体水平来看，东部地区大数据发展水平最高，占全国大数据发展总指数的44%，西部地区紧随其后，在全国总指数中占比达到31%。中部地区和东北地区占比分别为17%和8%。

2016年，区域大数据产业发展环境持续优化，各省市的发展环境平均指数为8.2，20个省市的发展环境指数在7以上，占比65%；同时，各省市发展环境阶梯化特征明显，特别是浙江、上海、广东、福建4个省市受信息化发展基础好、组建建设比较完善等因素影响，发展环境指数在10以上。

2016年，各省市大数据产业平稳增长，但发展水平差距较大，全国大数据产业发展平均指数为9.99，北京、江苏、浙江、山东、上海这五大省市大数据产业发展处于全国领先水平，占全国总指数值的比重超过40%。而云南、吉林、河北、内蒙古、广西等11个省市指数值低于5，占全国指数的比重仅为8.8%。

2016年，全国各省市积极开展大数据应用，并且以政务大数据为突破口积极推进大数据应用，应用指数平均值为10.67，取得较好成效；同时，大数据应用在发达省市率先突破，广东、浙江、四川、江苏、福建、上海、山东、贵州、河南等排名前10的省市的大数据应用总指数达152.7，占全国的比重超过46%，体现出较强的领先优势。

我国行业大数据总体发展水平受各行业大数据发展水平受基础环境、数据汇集、行业应用等因素影响，总指数为288.65，平均发展指数为28.87，行业大数据整体发展情况较好，由高至低依次为：金融、政务、交通、电信、商贸、医疗、教育、旅游、工业、农业。

随着《促进大数据发展行动纲要》等政策的进一步贯彻落实，大数据在各行业的应用逐渐加快，进入稳步成长阶段，整体呈现差异化态势，金融、政务大数据在十大行业大数据中凸显引领作用，指数分别为45.37、42.39，占整体指数的比例分别为的16%、15%。

从消费端和生产端来看，消费端（金融、政务、交通、电信、商贸、医疗、教育、旅游）的大数据发展指数占总体发展指数的89%，生产端（工业、农业）的大数据发展指数占总体发展指数的11%，我国行业大数据发展正在由消费端向生产端逐渐渗透。

基础环境特点：随着《关于促进大数据发展的行动纲要》等一系列配套政策的贯彻落地和实施，我国各行业大数据基础环境的持续优化，其中，在政务领域，政策的连续出台使政务大数据的基础环境具有明显的优势，评估指数为16.16，高出平均值6.99，占整体指数的18%，高居首位。

数据汇集特点：以行业大数据的数据采集率、数据集聚能力和数据流通水平为行业大数据汇聚发展水平的主要评估因素，数据汇集总指数为87.88，平均指数为8.79，各行业数据汇集水平呈现较为明显的三阶梯局势，并形成了较为明显的“数据鸿沟”现象。

行业应用特点：以行业市场空间、龙头企业/单位投入占比以及行业大数据平台（国家级）数量为评估行业应用发展水平的主要评估因素，大数据行业应用水平评估总指数为109.08，平均指数为10.91，整体来看，行业应用指数差别悬殊不大。医疗、农业行业应用指数分别为5.99、4.39，低于平均指数的4.92、6.52，占整体发展指数的5.49%、4.03%，应用水平将具有巨大的发展空间。

我国大数据企业整体呈现“金字塔”状的实力分布。从金字塔上层来看，我国大数据企业发展指数高于50的企业数量占比仅为5%，其中大数据企业发展指数处于50到100之间的仅占3.2%，高于100的仅占1.8%，位于金字塔尖端；从金字塔中层来看，我国大数据企业发展指数处于30到50之间的企业数量占比为6%，处于20到30之间的企业数量占比为19.3%；从金字塔底层来看，我国大数据企业发展指数处于20以下的企业数量占比高达69.7%，可以看出这一区间集聚了我国大多数从事大数据相关业务的中小微企业。

从基础环境来看，我国大数据企业基础画像指数呈现较为明显的斜率变化趋势，按照基础画像指数区间分布，可以分为领军企业、中坚企业、长尾企业三类企业。

一是领军企业优势突出，数量仅占比9.22%，指数和占比为56.30%，指数跨度从53.71到10.73，均值为26.96，极差为42.98；二是中坚企业实力均衡，数量占比29.49%，指数和占比34.95%，指数跨度从10.26到2.06，均值为5.23，极差为8.20；三是长尾企业数量众多，数量占比高达61.29%，指数和占比仅8.75%，指数跨度从1.99到0.08，均值为0.63，极差为1.91。

领军企业之间的差异也很大，竞争力之间的差距较为明显；长尾企业大多数处于初创和融资阶段，企业运营尚未步入正轨。企业之间指数差异小，指数波动幅度也较为平缓，但未来发展潜力巨大。

从技术研发来看，我国大数据企业技术研发指数平均值为9.29，企业分布整体呈现“龙头企业领先、中小微企业为主体”的格局。

一方面，以华为、中兴等通信企业和BAT等互联网企业为代表的龙头企业技术研发实力遥遥领先，技术研发指数均超过44，技术研发指数超过20的龙头企业数量占比为6.45%，平均指数达到39.04，指数总和为546.53，指数占比达到27.10%。同时，龙头企业之间技术研发能力差异较大，排名第1的华为（78.76）与排名第14的携程（20.49）技术研发指数极差达到58.27，技术研发指数大于20的企业间技术研发指数方差达到17.00。另一方面，我国大数据企业技术研发指数低于20的企业占比达到93.55%，技术研发指数总和为1470.43，指数占比为72.90%。但我国中小微型大数据企业技术研发能力整体处于较低水平，平均指数仅为7.24，低于全国平均水平，企业间差异性较小，技术研发指数方差仅为3.51，表明我国中小微型大数据企业之间在技术创新方面竞争激烈，技术研发能力整体水平有待提高。

从市场拓展来看，我国大数据企业呈现出“主体平稳、少量突出”的分布格局，行业整体呈稳步发展态势，我国大数据企业市场拓展指数平均值为5.92。

一方面，市场拓展指数小于12的企业数量占到92.17%，指数和达到1023.83，指数占比为79.76%，表明我国绝大多数大数据企业保持了稳步增长的发展趋势，同时该部分企业市场拓展指数平均值仅为5.12，略低于全国平均水平，表明我国大多数大数据企业市场拓展能力不足，还需进一步稳固已有市场并且开拓新兴市场。另一方面，市场拓展指数超过12的大数据企业占比为7.83%，总指数和为259.84，指数占比达到20.24%，指数平均值达到15.28，表明我国大数据龙头企业市场拓展能力强劲，以较少的企业数量占据了一定的市场份额，成为我国大数据产业发展的重要引领力量。

根据对我国大数据企业综合竞争力情况分析评估，我国大数据企业综合竞争力整体分布比较集中，少数龙头企业优势突出。以华为、阿里巴巴、腾讯、中兴、百度为代表的信息技术龙头企业处于第一阵营，发展指数领先优势十分明显，排名第1的华为与排名第11位的浪潮之间的指数跨度高达87。同时，随着企业排名向后推移，企业发展指数的跨度逐渐降低，企业的实力更加接近，排名第15位的东软集团与排名100位的中油瑞飞之间的指数跨度仅为22。绝大部分大数据企业发展指数处于20以下，具有广阔的发展潜力空间。

通过对基础环境、技术研发以及市场拓展三大指标在发展指数中的占比情况对标分析，我们可以将大数据企业分为基础带动型、创新驱动型和市场拓展型三大类型，现阶段来看，随着我国大数据产业处于创新发展及应用带动的上升期，我国大数据企业发展大多以研发创新、专利布局等创新驱动为主，比例高达72.3%；以大数据基础软硬件厂商为代表的基础带动型企业占比为15.9%；受数据主权以及数据跨境流动等因素的影响，我国大数据企业仍以国内市场为主，大多数企业并未承接相关国际业务，市场拓展型企业占比仅为11.8%，然而，随着国家“一带一路”战略的深入推进，大数据产业也将在“一带一路”沿线国家加紧布局，未来市场拓展型企业比重将有所上升。

4. 基于对大数据产业链条的评估分析

我们将大数据产业链条分为数据采集、数据存储、数据预处理、数据分析挖掘、数据可视化、数据流通等六大环节。当前我国大数据企业业务范围不断拓展，几乎覆盖了产业链的各个环节，其中以从事大数据分析挖掘业务的企业最为集中，所占比例高达63.7%；从事数据采集业务的企业占比为37.4%；从事IDC、数据中心租赁等数据存储业务的企业比重最低，仅为8.5%；从事数据分类、清洗加工、脱敏等预处理业务的企业占比为27.8%；从事数据可视化相关业务的企业占比14.3%；从事大数据交易、交换共享等数据流通业务的企业占比为18.3%。

随着国家大数据战略的深入推进实施，各地方配套政策和实施细则不断发布和落实，我国大数据产业发展与地方经济发展和传统行业转型升级关系愈加密切，大数据对地方产业融合渗透作用日趋明显，整体呈现普遍发展的繁荣景象。然而，受地方人才、资金、市场等要素的影响，大数据企业尤其是骨干企业发展仍呈现集聚态势，80%以上的企业集聚

在北京、天津、山东、江苏、浙江、上海、广东、福建等东部沿海信息技术产业基础较好的省市；此外，在东北、中西部等重点城市，如贵阳、成都、西安、武汉、长沙、郑州、合肥、哈尔滨、沈阳、大连等也呈现集聚分布，大数据企业数量所占比例超过18%。

根据大数据技术及应用的发展情况，我们重点聚焦数据采集、数据存储、数据预处理、数据分析、数据可视化、数据流通等六大产业环节，并对相关产业环节大数据龙头企业进行分析和评价。我国大数据产业环节龙头企业发展指数相对比较均衡，指数跨度并不大，跨度从20.01到12.77，均值为14.47，极差为7.73。数据分析环节龙头企业发展指数水平较高，发展指数达到20，其他5个产业环节的龙头企业平均指数为13.36，仍与数据分析环节存在不小的差距。

数据分析挖掘作为大数据产业链的核心环节，产业附加值最高，这一环节集聚了大部分有实力的大数据企业，随着大数据产业发展及应用的深入，大数据分析环节必将涌现出更多的独角兽企业。

根据大数据在政府治理、民生服务以及重点行业的应用情况，我们重点聚焦政务、工业、健康医疗、交通、农业、金融、教育、能源等17个行业领域，并对相关行业大数据龙头企业进行排名。

我国主要行业大数据龙头企业呈现“齐头并进”的发展态势，17个主要行业大数据企业平均发展指数为23.10，最高的安防大数据企业发展指数达到39.72，最低的营销大数据企业发展指数为14.55，政务、旅游、教育等12个行业应用大数据企业平均发展指数为22.63，处于全行业发展指数平均值水平，表明我国大多数行业大数据龙头企业发展水平相当。

一方面，安防和安全大数据企业发展水平较高，发展指数均超过30，表明我国专注于安全的大数据领军企业发展层次较高，同时也反映出大数据安全是我国大数据产业发展中的重点领域，相关企业的发展也受到越来越多的关注和重视。

另一方面，电信、能源和营销三个行业大数据企业平均发展指数仅为16.21，低于全行业整体发展指数平均水平，电信、能源等行业大数据发展主要依靠综合性龙头企业带动（本排名并未纳入国内三大运营商以及电力、石油等巨型央企），专业化大数据企业发展空间相对狭小，发展层次有待提高。

结合数据中心IDC、基因测序、工控安全、数据库、智能建筑、区块链、虚拟现实、机器学习、计算机视觉、征信分析、商业智能BI、车联网、开源计算、智能语音、工控安全等细分领域对大数据企业进行排名（不纳入华为、阿里、腾讯、百度等综合型龙头企业）。

细分领域大数据龙头企业发展水平可主要分为三个区间。

一是从事数据中心业务和基因测序的龙头企业处于第一阵营，两类企业整体发展水平较高，平均发展指数维持在20左右，从事数据中心业务龙头企业具有大量的硬件资源支撑，固定资产总额优势相对明显，且当前数据中心市场服务器租赁托管等业务运营和拓展模式相对成熟。

二是从事工控安全、数据库、区块链、机器学习、车联网等十类细分领域大数据相关业务的龙头企业处于第二阵营，平均发展指数为12.35～16.4，整体发展较为均衡。其中，以工控安全、数据库、数据营销、车联网、智能语音等为代表的大数据相关业务，由传统的业务模式向新兴领域转型提升的需求十分迫切，这些领域龙头企业大多数已经完成蜕变，且在与大数据融合业务方面取得良好进展。区块链业务由于处于应用起步阶段，龙头企业总体水平相对不高，但由于蚂蚁金服的崛起整体拉高了区块链龙头企业的平均发展指数。

三是以虚拟现实、开源技术和计算机视觉为代表的第三阵营，整体发展指数相对较低，处于11左右，虚拟现实、计算机视觉属于前沿技术，技术研发投入大，应用市场处于起步阶段；开源技术重在技术积累，属于底层核心技术，龙头企业资产及业务收入规模偏小，市场拓展难以形成规模。

3.3 信息化工程最新应用技术

本节主要介绍智能电网技术及其主要特点、新一代移动通信技术、海量大数据概念及分析、智慧城市的含义及其新技术。

3.3.1 智能电网技术及其主要特点

智能电网是以包括各种发电设备、输配电网络、用电设备和储能设备的物理电网为基础，将现代先进的传感测量技术、网络技术、通信技术、计算技术、自动化与智能控制技术等与物理电网高度集成而形成的新型电网，实现了可观测（能够监测电网所有设备的状态）、可控制（能够控制电网所有设备的状态）、完全自动化（可自适应并实现自愈）和系统综合优化平衡（发电、输配电和用电之间的优化平衡），它以充分满足用户对电力的需求和优化资源配置、确保电力供应的安全性、可靠性和经济性、满足环保约束、保证电能质量、适应电力市场化发展等为目的，实现对用户可靠、经济、清洁、互动的电力供应和增值服务。

智能电网是应用信息通信技术，实现电能到用户的传输、分配、管理和控制，从而节约了能源和成本，实现对电力资源、电力客户、电力资产、电力运营、电力交易的产业链全过程的持续监视，利用“随需应变”的信息提高电网公司的管理水平、工作效率、电网可靠性和服务水平。

与传统电网相比，智能电网进一步扩展了对电网的监视范围和监视详细程度，整合了各种管理信息和实时信息，为电网运行和管理人员提供更全面、完整和细致的电网状态视图，并加强对电力业务的分析和优化，改变过去那种基于有限的时间滞后的信息进行电网

管理的传统方式，利用电网实时信息和综合管理信息，与企业决策信息互相交换，促进电网企业实现更精细化和智能化的运行和管理。

1. 数据采集

在实时数据采集方面，智能电网大大扩展了监视控制与数据采集系统（Supervisory Control And Data Acquisition，SCADA）的数据采集范围和数量，提高了电网的“可视化”。

2. 数据传输

智能电网需要采集大量的设备状态数据和客户计量数据。这两类数据的特点是：数据量大，采集点多且分散，对实时性要求比电网实时运行数据低，数据需要被多个系统和业务部门使用。

3. 信息集成

众多自动化系统和管理信息系统积累了大量的数据。但是，长期以来条块分割和部门壁垒，已经成为实现“数字化电网、信息化企业”的主要障碍。

4. 动态作业管理

动态作业管理使得数据在传感器、控制中心和作业人员之间能够及时有效地流动，提高运维工作的效率和准确性。能够从各种电压、电流传感器、智能表计、设备状态监测传感器和线路监视传感器中，获得更多准确及时的数据。通过这些数据，能够预测故障，在故障发生时，能够显示故障的位置和可能的故障原因。另外，动态作业管理能够降低作业成本，减少管理费用。

5. 基于IP通信的SCADA

采用标准的Internet通信协议，摆脱了对不同设备制造商提供的私有通信协议的依赖。IP SCADA为智能电网中的传感器、智能表计和手持移动设备（PDA）等提供数据通信支持，能够有效降低通信成本20%以上。

- 以客户为中心：提供更多样化的电力产品给客户选择，建设更好的渠道与用户实现互动，提供高附加值的服务，实现灵活的需求管理，降低电力价格。
- 支持分布式和可再生资源的接入：坚强的电网架构可以支持各类非传统电源的接入，减少网损和污染气体排放。
- 负载和电源的本地交互：用户可以优先使用附近的分布式能源，减轻骨干电网的负担，提高供电可靠性。
- 高级自动化和分布式智能：以普遍使用的智能化设备为基础，电网具备自动识别和处理电网事故的能力。

- 灵活的电网运行：运行需求侧响应和管理，能灵活适应电网结构和电力供求变化，保障电力供应。
- 面向服务的架构：以面向服务的架构为基础，建设灵活开放的信息系统，实现各种服务的有效整合。
- 更可靠、安全的电力供应：提高电网输送容量和发电容量，改善电力供应的可靠性和质量，实现更灵活的电能存储。

其重要意义体现在以下几个方面。

- 具备强大的资源优化配置能力。我国智能电网建成后，将实现大水电、大煤电、大核电、大规模可再生能源的跨区域、远距离、大容量、低损耗、高效率输送，区域间电力交换能力明显提升。
- 具备更高的安全稳定运行水平。电网的安全稳定性和供电可靠性将大幅提升，电网各级防线之间紧密协调，具备抵御突发性事件和严重故障的能力，能够有效避免大范围连锁故障的发生，显著提高供电可靠性，减少停电损失。
- 适应并促进清洁能源发展。电网将具备风电机组功率预测和动态建模、低电压穿越和有功无功控制以及常规机组快速调节等控制机制，结合大容量储能技术的推广应用，对清洁能源并网的运行控制能力将显著提升，使清洁能源成为更加经济、高效、可靠的能源供给方式。
- 实现高度智能化的电网调度。全面建成横向集成、纵向贯通的智能电网调度技术支持系统，实现电网在线智能分析、预警和决策，以及各类新型发输电技术设备的高效调控和交直流混合电网的精益化控制。
- 满足电动汽车等新型电力用户的服务要求。将形成完善的电动汽车充放电配套基础设施网，满足电动汽车行业的发展需要，适应用户需求，实现电动汽车与电网的高效互动。
- 实现电网资产高效利用和全寿命周期管理。可实现电网设施全寿命周期内的统筹管理。通过智能电网调度和需求侧管理，电网资产利用小时数大幅提升，电网资产利用效率显著提高。
- 实现电力用户与电网之间的便捷互动。将形成智能用电互动平台，完善需求侧管理，为用户提供优质的电力服务。同时，电网可综合利用分布式电源、智能电能表、分时电价政策以及电动汽车充放电机制，有效平衡电网负荷，降低负荷峰谷差，减少电网及电源建设成本。
- 实现电网管理信息化和精益化。将形成覆盖电网各个环节的通信网络体系，实现电网数据管理、信息运行维护综合监管、电网空间信息服务以及生产和调度应用集成等功能，全面实现电网管理的信息化和精益化。
- 发挥电网基础设施的增值服务潜力。在提供电力的同时，服务国家“三网融合”战略，为用户提供社区广告、网络电视、语音等集成服务，为供水、热力、燃气等行业的信息化、互动化提供平台支持，拓展及提升电网基础设施增值服务的范

围和能力，有力推动智能城市的发展。

- 促进电网相关产业的快速发展。电力工业属于资金密集型和技术密集型行业，具有投资大、产业链长等特点。建设智能电网，有利于促进装备制造和通信信息等行业的技术升级，为我国占领世界电力装备制造领域的制高点奠定基础。

与现有电网相比，智能电网体现了电力流、信息流和业务流高度融合的显著特点，其先进性和优势主要表现在以下方面。

- 具有坚强的电网基础体系和技术支撑体系，能够抵御各类外部干扰和攻击，能够适应大规模清洁能源和可再生能源的接入，电网的坚强性得到巩固和提升。
- 信息技术、传感器技术、自动控制技术与电网基础设施有机融合，可获取电网的全景信息，及时发现、预见可能发生的故障。故障发生时，电网可以快速隔离故障，实现自我恢复，从而避免大面积停电的发生。
- 柔性交/直流输电、网厂协调、智能调度、电力储能、配电自动化等技术的广泛应用，使电网运行控制更加灵活、经济，并能适应大量分布式电源、微电网及电动汽车充放电设施的接入。
- 通信、信息和现代管理技术的综合运用，将大大提高电力设备使用效率，降低电能损耗，使电网运行更加经济和高效。
- 实现实时和非实时信息的高度集成、共享与利用，为运行管理展示全面、完整和精细的电网运营状态图，同时能够提供相应的辅助决策支持、控制实施方案和应对预案。
- 建立双向互动的服务模式，用户可以实时了解供电能力、电能质量、电价状况和停电信息，合理安排电器使用；电力企业可以获取用户的详细用电信息，为其提供更多的增值服务。

3.3.2 新一代移动通信技术

1. 移动通信技术的发展历程

第一代（即1G，是the First Generation的缩写）移动通信系统的主要特征是采用模拟技术和频分多址（FDMA）技术、有多种制式。我国主要采用TACS，其传输速率为2.4kb/s，由于受到传输带宽的限制，不能进行移动通信的长途漫游，只是一种区域性的移动通信系统。

第二代（即2G，是the Second Generation的缩写）移动通信系统采用的技术主要有时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA）两种技术，它能够提供9.6～28.8kb/s的传输速率。全球主要采用GSM和CDMA两种制式，我国主要采用GSM标准。第二代移动通信系统具有保密性强、频谱利用率高、提供业务丰富、标准化程度高等特点，可以进行省内外漫游。

第三代（即3G，是the Third Generation的缩写）移动通信系统在国际上统称为IMT-

2000，是国际电信联盟（1TU）在1985年提出的工作在2000MHz频段的系统。与第一代模拟移动通信和第二代数字移动通信系统相比，第三代的最主要特征是可提供移动多媒体业务。

第四代（即4G，是the Forth Generation的缩写）移动通信系统，也称为广带接入和分布网络，具有超过2Mb/s的非对称数据传输能力，对高速移动用户能提供150Mb/s的高质量影像服务，并首次实现三维图像的高质量传输。它包括广带无线固定接入、广带无线局域网、移动广带系统和互操作的广播网络（基于地面和卫星系），是集多种无线技术和无线LAN 系统为一体的综合系统，也是宽带lP接入系统。

2. 新一代移动通信技术的特点

下面介绍新一代4G移动通信系统主要特点。

1）通信速度更快

第一代模拟式仅提供语音服务；第二代数位式移动通信系统传输速率也只有9.6kb/s，最高可达32kb/s；第三代移动通信系统数据传输速率可达到2Mb/s；第四代移动通信系统可以达到10～20Mb/s，甚至最高可以用每秒100Mb/s的速度传输无线信息，这种速度会相当于2009年最新手机的传输速度的10000倍左右。

2）网络频谱更宽

4G通信达到100Mb/s的传输速度，必须在3G通信网络的基础上进行大幅度的改造和研究，使4G网络在通信带宽上比3G网络的蜂窝系统的带宽高出许多。估计每个4G信道会占有100MHz的频谱，相当于W-CDMA 3G网路的20倍。

3）通信更加灵活

4G手机是一只小型电脑，人们可以想象的是，以方便和个性为前提，任何一件能看到的物品都有可能成为4G终端。4G通信使人们不仅可以随时随地通信，更可以双向下载传递资料、图画、影像，当然更可以和从未谋面的陌生人网上联线对打游戏。

4）智能性能更高

第四代移动通信的智能性更高，不仅表现于4G通信的终端设备的设计和操作具有智能化，更重要的是，4G手机可以实现许多难以想象的功能。4G手机可以把电影院票房资料直接下载到PDA上，这些资料能够把售票情况、座位情况显示得清清楚楚，大家可以根据这些信息在线购票，用来看体育比赛之类的各种现场直播。

5）兼容性能更平滑

要使4G通信尽快地被人们接受，不但要考虑它的强大功能，还应该考虑现有通信的基础，第四代移动通信系统具备全球漫游、接口开放、能跟多种网络互联、终端多样化以及能从第二代平稳过渡等特点。

6）提供各种增值服务

3G移动通信系统是以CDMA为核心技术，4G移动通信系统技术则以正交多任务分频技术（OFDM）为核心，可以实现无线区域环路（WLL）、数字音讯广播（DAB）等方面的无线通信增值服务。第四代移动通信系统不只采用OFDM一种技术，CDMA技术会在

第四代移动通信系统中与OFDM技术相互配合以便发挥更大的作用，甚至会有新的整合技术OFDM/CDMA产生两种技术的结合。

7）实现更高质量的多媒体通信

尽管第三代移动通信系统也能实现各种多媒体通信，但是功能远没有第四代移动通信系统强大。第四代移动通信系统提供的无线多媒体通信服务包括语音、数据、影像等，大量信息通过宽频的信道传送出去，所以第四代移动通信系统也称为“多媒体移动通信”。

8）频率使用效率更高

第四代移动通信技术在开发研制过程中使用和引入了许多功能强大的突破性技术。例如，一些光纤通信产品公司为了进一步提高无线因特网的主干带宽宽度，引入了交换层级技术，这种技术能同时涵盖不同类型的通信接口。第四代主要是运用以路由技术（Routing）为主的网络架构。由于利用了几项不同的技术，无线频率的使用比第二代和第三代系统有效得多。

3.3.3　大数据的基本概念及分析

大数据技术（big data）或称巨量资料，指的是所涉及的资料量规模大到无法通过目前主流软件工具在合理时间内达到撷取、管理、处理并整理成为帮助企业经营决策更积极目的的信息。

（1）大数据的4V特点：Volume（大量）、Velocity（高速）、Variety（多样）、value（价值）。第一，数据体量巨大，从TB级别，跃升到PB级别。第二，数据类型繁多，如网络日志、视频、图片、地理位置信息等。第三，要求实时性强，处理速度快，1秒定律。物联网、云计算、移动互联网、车联网、手机、平板电脑、PC以及遍布地球各个角落的各种各样的传感器，无一不是数据来源或者承载的方式，可从各种类型的数据中快速获得高价值的信息。第四，在各行各业均存在大数据，但是众多的信息和咨询是纷繁复杂的，我们需要搜索、处理、分析、归纳、总结其深层次的规律。

（2）大数据的采集。科学技术及互联网的发展，推动着大数据时代的来临，各行各业每天都在产生数量巨大的数据碎片，数据计量单位已从从Byte、KB、MB、GB、TB发展到PB、EB、ZB、YB，甚至BB、NB、DB。大数据时代数据的采集也不再是技术问题，只是面对如此众多的数据，我们怎样才能找到其内在规律。

（3）大数据的挖掘和处理。大数据必然无法用人脑来推算、估测，或者用单台的计算机进行处理，必须采用分布式计算架构，依托云计算的分布式处理、分布式数据库、云存储和虚拟化技术，因此，大数据的挖掘和处理必须用到云技术。

（4）大数据的应用。大数据可应用于各行各业，将人们收集到的庞大数据进行分析整理，实现资讯的有效利用。这就需要采用大数据技术，进行分析比对，挖掘主效基因。

大数据分析的五个基本方面：

（1）可视化分析。大数据分析的使用者有大数据分析专家，同时还有普通用户，但

是他们二者对于大数据分析最基本的要求就是可视化分析，因为可视化分析能够直观的呈现大数据特点，同时能够非常容易被读者所接受，就如同看图说话一样简单明了。

（2）数据挖掘算法。大数据分析的理论核心就是数据挖掘算法，各种数据挖掘的算法基于不同的数据类型和格式才能更加科学的呈现出数据本身具备的特点，也正是因为这些被全世界统计学家所公认的各种统计方法（可以称之为真理）才能深入数据内部，挖掘出公认的价值。另外一个方面也是因为有这些数据挖掘的算法才能更快速的处理大数据，如果一个算法得花上好几年才能得出结论，那大数据的价值也就无从说起了。

（3）预测性分析能力。大数据分析最终要的应用领域之一就是预测性分析，从大数据中挖掘出特点，通过科学的建立模型，之后便可以通过模型带入新的数据，从而预测未来的数据。

（4）语义引擎。大数据分析广泛应用于网络数据挖掘，可从用户的搜索关键词、标签关键词、或其他输入语义，分析，判断用户需求，从而实现更好的用户体验和广告匹配。

（5）数据质量和数据管理。大数据分析离不开数据质量和数据管理，高质量的数据和有效的数据管理，无论是在学术研究还是在商业应用领域，都能够保证分析结果的真实和有价值。大数据分析的基础就是以上5个方面，当然更加深入大数据分析的话，还有很多很多更加有特点的、更加深入的、更加专业的大数据分析方法。

3.3.4 智慧城市的含义及其新技术

智慧城市就是把信息技术与城市建设融合在一起，将城市信息化推向更高阶段。它基于互联网、云计算、大数据、物联网、社交网络等工具和方法，实现全面透彻的感知、宽带泛在的互联和智能融合的应用。智慧城市将成为一个城市的整体发展战略，作为经济转型、产业升级、城市提升的新引擎，达到提高民众生活幸福感、企业经济竞争力、城市可持续发展的目的，体现了更高的城市发展理念和创新精神。伴随着网络帝国的崛起、移动技术的融合发展以及创新理念的广泛普及，知识社会环境中的智慧城市是继数字城市之后信息化城市发展的高级形态。

智慧城市包含智慧技术、智慧产业、智慧（应用）项目、智慧服务、智慧治理、智慧人文、智慧生活等内容。对智慧城市建设而言，智慧技术的创新和应用是手段和驱动力，智慧产业和智慧（应用）项目是载体，智慧服务、智慧治理、智慧人文和智慧生活是目标。具体来说，智慧（应用）项目体现在智慧交通、智能电网、智慧物流、智慧医疗、智慧食品系统、智慧药品系统、智慧环保、智慧水资源管理、智慧气象、智慧企业、智慧银行、智慧政府、智慧家庭、智慧社区、智慧学校、智慧建筑、智能楼宇、智慧油田、智慧农业等诸多方面。

有两种驱动力推动智慧城市的逐步形成，一是以物联网、云计算、移动互联网为代表的新一代信息技术，二是知识社会环境中逐步孕育的开放的城市创新生态。前者是技术创

新层面的技术因素，后者是社会创新层面的社会经济因素。由此可以看出创新在智慧城市发展中的驱动作用。智慧城市不仅需要物联网、云计算等新一代信息技术的支撑，更要培育面向知识社会的下一代创新（创新2.0）。信息通信技术的融合和发展消融了信息和知识分享的壁垒，消融了创新的边界，推动了创新2.0形态的形成，并进一步推动各类社会组织及活动边界的“消融”。创新形态由生产范式向服务范式转变，也带动了产业形态、政府管理形态、城市形态由生产范式向服务范式的转变。如果说创新1.0 是工业时代沿袭的面向生产、以生产者为中心、以技术为出发点的相对封闭的创新形态，创新2.0 则是与信息时代、知识社会相适应的面向服务、以用户为中心、以人为本的开放的创新形态。

建设智慧城市，也是转变城市发展方式、提升城市发展质量的客观要求。通过建设智慧城市，及时传递、整合、交流、使用城市经济、文化、公共资源、管理服务、市民生活、生态环境等各类信息，提高物与物、物与人、人与人的互联互通、全面感知和利用信息能力，从而能够极大提高政府管理和服务的能力，极大提升人民群众的物质和文化生活水平。建设智慧城市，会让城市发展更全面、更协调、更可持续，会让城市生活变得更健康、更和谐、更美好。

对比数字城市和智慧城市，我们可以发现以下差异。

- 数字城市通过城市地理空间信息与城市各方面信息的数字化在虚拟空间再现传统城市，智慧城市则注重在此基础上进一步利用传感技术、智能技术实现对城市运行状态的自动、实时、全面透彻的感知。
- 数字城市通过城市各行业的信息化提高了各行业管理效率和服务质量，智慧城市则更强调从行业分割、相对封闭的信息化架构迈向作为复杂巨系统的开放、整合、协同的城市信息化架构，发挥城市信息化的整体效能。
- 数字城市基于互联网形成初步的业务协同，智慧城市则更注重通过泛在网络、移动技术实现无所不在的互联和随时随地随身的智能融合服务。
- 数字城市关注数据资源的生产、积累和应用，智慧城市更关注用户视角的服务设计和提供。
- 数字城市更多注重利用信息技术实现城市各领域的信息化以提升社会生产效率，智慧城市则更强调人的主体地位，更强调开放创新空间的塑造及其间的市民参与、用户体验，更强调以人为本实现可持续创新。
- 数字城市致力于通过信息化手段实现城市运行与发展各方面功能，提高城市运行效率，服务城市管理和发展，智慧城市则更强调通过政府、市场、社会各方力量的参与和协同实现城市公共价值塑造和独特价值创造。

智慧城市不但广泛采用物联网、云计算、人工智能、数据挖掘、知识管理、社交网络等技术工具，也注重用户参与、以人为本的创新2.0理念及其方法的应用，构建有利于创新涌现的制度环境，以实现智慧技术高度集成、智慧产业高端发展、智慧服务高效便民、以人为本持续创新，完成从数字城市向智慧城市的跃升。智慧城市将是创新2.0时代以人为本的可持续创新城市。

第4章 电力业务数据应用工程技术与案例分析

本章的主要内容包括电力业务数据应用管理工程基础知识，电网公司一体化业务应用架构设计，大型企业集团信息化的主要特征及成果。



4.1　电力业务数据应用管理工程基础知识

本节主要介绍电力数据人财物集约化管理、电力项目设备及用电营销管理、电力安全生产及市场交易管理、电力综合业务及协调办公管理。

4.1.1　电力数据人财物集约化管理

电力数据人财物集约化管理采用成熟的套装软件实现，与国内同等大型企业信息化建设相比，国家电网有限公司的ERP项目起步虽晚，但由于采用了“统一组织、典型设计、试点先行、集中推广”的实施原则，与普通实施模式相比，节省了大量的人力、财力和时间，项目在比较短的时间内迅速推广实施，同时典型设计有效促进了业务工作的标准化和规范化，提高了项目实施质量。

1. 人力资源管理模块

人力资源管理模块规范全公司的人力资源管理流程，提高公司管控能力，降低企业运作成本，提升人力资源管理效益；建设一体化的人力资源管理平台，建设涵盖整个公司范围的大型人力资源管理数据库；形成与人力资源相关的组织、人事、时间、薪酬、招聘、绩效与人员发展、教育培训等各子模块之间的数据关联和规范流程，实现人力资源管理业务与其他相关管理模块间的业务集成。

人力资源管理业务应用包括组织管理、人事管理、考勤管理、薪酬管理、招聘管理、教育培训管理、绩效管理、能力管理、自助服务管理、个人发展、决策支持等模块。按照模块的功能定位，可以分为三类：基础模块、战略模块和支持模块。基础模块包括组织管理、人事管理、考勤管理、薪酬管理，是整个人力资源信息化平台的基础。战略模块包括绩效管理、能力管理、招聘管理、教育培训管理。战略模块是对人力资源基础信息管理的进一步提升，是为公司提供人才支持的重要手段。支持模块包括能力管理、个人发展、自助服务管理、决策支持。战略模块一方面为公司领导层提供人力资源决策支持信息，另一方面为公司员工提供自助式的人事服务功能。

人力资源管理主要业务功能如下。

（1）组织管理包括组织机构管理和岗位管理。组织机构管理是将公司组织机构、管理模式、内部机构设置等固化在信息系统中，可灵活调整公司组织机构并自动记录机构调整过程。可按权限实现组织的新增、撤销、变更、查询，维护各级组织相关属性信息，并支持对组织结构进行回溯。岗位管理是将岗位设置、岗位职责、工作标准、人员编制等固化在信息系统中，并以岗位职责为基础，分配各项业务的系统管理角色。

（2）人事管理包括人员主数据管理、人事事件管理、工作流审批与信息传递等功能。

（3）考勤管理对人员时间信息进行管理，可预置人员工作时间计划与假期日历，以及维护人员的考勤信息和排班信息等。

（4）薪酬管理具备完整的薪资维护、查询、报表功能；薪酬管理全部流程可在系统中实现，有效地提高了薪酬管理及财务核算人员的工作效率。

（5）招聘与配置管理分为外部招聘和内部竞聘，对招聘计划下发、招聘过程实施和人员调配的全过程进行管理。

（6）培训教育管理包括培训教育管理和远程培训。培训教育管理实现对培训项目的整体过程记录及培训课程、个人培训信息维护。远程培训实现远程培训课程管理、远程培训、在线考试。

（7）绩效考核管理实现从绩效考核计划下发、绩效考核体系维护、绩效管理过程监控、绩效管理评估与激励、绩效回顾的全过程管理。

（8）能力管理通过创建能力模型和员工能力评价标准，为评价人才及选拔优秀人才提供了客观标准。通过能力评价结果分析，可发现员工的能力特长和能力差距，制订有针对性的能力提升计划。

（9）自助服务管理包括员工自助和经理自助。员工可以查看、维护与个人相关的部分信息，可实现在线竞聘和在线申请等；经理可以查询信息、浏览报表，进行工作流程审批。

（10）决策支持管理以图表方式提供人力资源现状、关键指标及人力资源专题业务的分析结果。

2. 财务管理模块

财务管理模块以价值链管理为核心，以财务管理需求为前提，以标准化建设为先导，实现公司财务信息实时共享，提升财务的主动控制和决策支持能力，并结合集中管理与分散管理的现状以及未来发展的可扩展性，提供集中管理与分散管理两种模式，支持对系统架构的灵活调整，为实现财务管理现代化提供支撑，与物资管理、项目管理、人资管理等业务应用紧密集成。

财务管理业务应用主要包括会计核算、预算管理、资金管理、资产管理、分析与评价等核心应用等模块功能。其中，会计核算又包括总账管理、项目成本管理、应收应付管

理、税务核算管理、资产管理、收入成本管理等内容。资金管理包括资金预测、银行账户管理、融资管理等。预算管理包括预算编制、预算控制、预算报告与分析等。财务管理业务应用与人力资源、物资管理、设备管理、项目管理等由ERP实现的业务应用和营销管理等由非ERP实现的其他业务应用高度集成。

财务管理主要业务功能如下。

（1）总账管理对会计科目、财务凭证、财务结账、报表编制等业务进行处理。来自物资、项目、生产的大量与财务核算相关的业务信息直接触发产生会计凭证；输入过账时，系统自动检查某些关键字段的内容，并根据事先设定的规则对此字段进行修改、验证。

（2）收入成本管理对电力企业主营业务收入、成本费用核算等业务进行处理。在ERP系统中用户售电收入的记账通过营销系统传递接口文件，在接口传递文件中，明确收入确认的日期、所属利润中心、收入金额等信息。同时，在日常业务中监控资产维修费用发生的合理性、确保维修费用核算的及时性和准确性，并对资产大修按年度计划进行预算的控制。

（3）项目成本管理包括项目前期费用管理、项目日常核算管理、项目结算与决算管理等内容。勘察费、方案编制费等项目前期费用可采用创建前期费项目架构或内部订单对其进行管理。通过项目物资领料、工程服务确认、项目日常费用入账、月末结账等方法将费用记入到项目中。对于达到可使用状态的项目，进行预转资处理，在竣工决算完成后，再进行正式转资。

（4）应收应付管理对各类应收收入和应付款项等业务进行处理。应收收入包括应收售电收入、应收输电收入、应收高可靠性供电收入、应收自备电厂系统备用容量费收入、应收其他主营收入、应收其他业务收入等，应付款项包括因接受劳务、购买工程物资、生产运行等需要支付的款项，具体包括应付购电费、应付输电费、应付材料款、应付工程款、应付质保金、应付劳务款、应付委托运行维护费、应付暂估款等。

（5）税务核算对每一笔与客户及供应商的交易进行准确及时的税务记账处理。系统中对常用的增值税设置了专门的税码，通过税码系统实现了税额自动计算、税务科目自动记账等功能。

（6）资产管理对资产的新增、调拨、报废、处置、盘点、价值重估及期末处理等业务进行处理，实现了财务对资产价值的全面管理。这里所指的资产不仅仅是固定资产，同样包含可以做卡片管理的低值易耗品和无形资产。

（7）资金管理提供银行账户管理、贷款管理、金融投资管理、资金预测等功能。银行账户管理实现了对所有与公司有业务往来的金融机构的主数据管理及相应银行账户的全面管理；贷款管理实现了对长期借款、短期借款及应付债券主数据管理，包括借款金额、发放日期、期限、利率、还息时间及金额、还本金时间及金额的现金流计算及预测；金融投资管理对各种金融投资业务（如委托贷款、国债等）进行主数据管理以及核算；资金预测是公司有效运用现金的重要手段，资金状况可进行多层次预测，资金预测的时间段可以

是日、周、月等时间段，资金预测数据可以直接取自物资管理、应收应付管理子系统。

（8）预算管理包括预算的编制与下达、预算的执行与控制、预算的分析与报告、预算的调整四个部分。预算管理与物资管理、项目管理、生产运行紧密集成。预算管理通过ERP系统基金管理模块实现，基金管理的主要功能包括编制预算、监控可用预算、审查基金的使用。通过成本中心核算和基金中心管理可用对各下属单位的费用性预算加以严格控制。

3. 物资管理模块

物资管理模块实现物料主数据管理、物资需求计划管理、招投标管理、采购管理、库存管理、应急物资管理、废旧物资处置管理、供应商评估管理、配送管理、监造管理等功能，覆盖物资从需求计划产生到使用的全过程管理；加强业务流程横向集成和纵向贯通，优化配置系统资源，降低物流成本，提高集约化规模效益；对物资管理业务数据进行综合分析，为领导决策提供有力的支持。

物资管理的主要业务功能如下。

（1）物料主数据管理通过主数据统一管理和维护，实现公司供应商主数据、物料主数据与计量单位的集中统一管理。对物料主数据进行集中管理和维护，包括物资分类与编码、供应商等物资主数据的创建、修改、查询、审批等环节的集中管理和统一维护功能。

（2）需求计划管理实现全口径的物资采购计划管理，并通过开发实现与招投标的无缝集成。

（3）采购管理包括采购申请、采购订单与发票预制管理，同时通过开发可以实现招投标管理、配送单、项目物资四方验收单管理等特定功能。

（4）库存管理包括入库管理、出库管理、退库管理、调拨管理、平衡利库管理、库存物资状态改变管理、预留管理、盘点管理、废旧管理、库存量与库存金额查询等功能，通过开发可以实现废旧物资管理等特定功能。

入库管理实现入库单的创建、修改、查询与相关报表的生成，可以在系统中及时反映物资入库的情况，通过开发或配置可以实现入库时生成批次号的批次管理功能。

出库管理实现出库单的创建、修改、查询与相关报表的生成，可以在系统中及时反映物资出库的情况。

退库管理实现退库单的创建、修改、查询与相关报表的生成，可以在系统中及时反映物资退库的情况。

调拨管理实现调拨单的创建、修改、查询与相关报表的生成，可以在系统中及时反映不同库存地之间物资调拨的情况。

平衡利库管理通过开发或配置实现平衡利库单的创建、修改、查询与相关报表的生成，可以在系统中及时反映物资平衡利库的情况，并且在物资采购申请查询中体现利库量，减少重复采购。

库存物资状态改变管理实现库存物资库存状态改变管理，例如非限制使用物资转为冻

结物资，项目物资转为普通物资等，从而适应库存物资状态改变的情况。

预留管理实现预留单的创建、修改、查询与相关报表的生成，可以在系统中及时反映物资领用申请情况。

盘点管理根据实际盘点情况在系统中创建、修改、查询盘点凭证，录入盘点数量并进行盘点差异过账。系统还支持重新盘点功能。

废旧管理通过开发实现退役物资上报、报废物资上报、再利用物资上报、报废物资与再利用物资入库、出库等特定功能。

库存量与库存金额的查询通过相关事务代码可以查询物资库存量与库存金额。

根据公司信息化及物资管理业务发展要求，随着财务管理模块应用加深，开展集中式数据中心电子商务平台建设，提升对物资管理业务的支撑度，并以此为集中式数据中心的建设提供先行经验。电子商务平台（ECP）功能涵盖物资集约化整体应用蓝图中采购标准管理、采购管理、合同管理、供应商关系管理、产品质量监督管理、废旧物资竞价和专家管理等应用；结合物资调度应用，实现全网业务的统筹管理和监控，系统的建成，有效促进了物资领域管理水平的提升。

4.1.2　电力项目设备及用电营销管理

1. 项目管理模块

项目管理模块的核心业务是为企业承担项目计划、可行性研究、项目概预算管理、项目实施管理、项目进度管理、项目竣工决算等工作，保证企业项目投资的合理使用，保证收益最大化。

项目管理业务应用实现从项目可研立项到项目竣工决算的项目全生命周期管理，实现项目管理、物资管理、财务管理的紧密集成，使工程项目概算从事后控制走向事前和事中控制，降低工程造价和项目成本；实现项目在计划、进度、成本、概算等方面的全程可视化管理和分析，实现项目的规范化和精益化管控；通过系统出具竣工决算报表，提高项目竣工决算的效率。

项目管理模块具有基础数据管理、运行结构管理、规划管理、预算管理、项目实现、信息系统等功能，与财务模块、设备模块、物资模块有高度的集成性，其中，与财务和物资模块的集成尤为重要。

项目管理主要业务功能如下。

（1）项目前期管理：项目立项的审批是在计划管理模块中实现的，在项目建议书通过审批之后，通过计划模块和项目管理模块的集成，项目编码、项目类型、项目架构信息将自动导入项目管理模块，可以进行下一步项目初步设计报告的编制工作，并申请年度投资计划。项目立项后，需要将初设批复的总体概算值由计划模块导入项目管理模块。项目年度投资计划得到批复后，计划批复信息同样需要从计划管理模块下达至项目管理模块。

（2）项目架构管理：项目架构设计包括大中型基建和技改工程项目的WBS架构、其他类型项目的WBS 架构、项目全过程状态管理等内容。在ERP系统中，WBS是项目成本控制和项目资源管理的工具，利用WBS这一特性来满足国家电网对项目概算、项目核算和项目竣工转资的相关业务要求。同时，在设计过程中充分考虑了项目架构的可操作性。

（3）项目概算管理满足项目概算对项目实际成本发生的管控的业务需求，系统中实现了多层分类、按需设定的精细化概算管理。

项目概算的精细化管理主要体现在三个方面：第一是跨年度项目概算的分年度管理；第二是按照概算细分的结构化管理；第三是项目概算的分阶段逐步释放。

（4）项目计划管理包括项目负责人计划、项目详细时间计划、项目物资需求计划等几方面。

- 项目负责人计划：区分职能管理和项目执行管理岗位，明确项目经理在项目管理过程中的职责，对项目进行全过程管理。
- 项目详细时间计划：系统设计了标准工期网络、多种自动计划排产等模式来提高项目计划管理的手段。
- 项目物资需求计划：系统采用手动输入物料需求清单的模式，利用项目中挂物料组件的功能，将物料需求计划中的设备逐个或批量挂入项目，最终形成物料采购申请，物料采购申请自动传递到物资采购部门形成正式采购需求。

（5）项目服务合同管理满足服务外包业务的实际需求，实现了对服务合同管理的功能。通过系统中一系列手段实现项目合同的标准化管理、合同金额的管控控制，以及合同实际完成进度与合同付款的匹配等功能。其中包括合同类型管理、合同创建管理、合同金额控制、服务进度与支付方式管理、合同文本管理等业务功能。

（6）项目进度管理提供了两种模式的进度里程碑。一是基础性里程碑管理模式，由项目经理根据各参建单位的汇报信息做确认并在系统中记录各节点工作的实际结束时间。ERP系统可以通过开发设计最终生成一张包括所有节点计划与实际的开始/结束时间报表。二是可选性里程碑管理模式，由于各网省公司项目管理作业存在较大差异，因此在设计中提出了一个相对完整的工程实施进度节点蓝本作为参考，每个实施单位根据自己的管理要求和实际工程特点再做调整，适当增减作业控制节点。

（7）项目变更管理通过申请变更、评估变更、实施变更和总结变更等业务功能，实现项目变更的全过程管理。

（8）项目竣工管理实现项目竣工管理的多层次管控（涉及工程验收及设备移交、工程结算、工程决算等环节）、工程项目自动转资、竣工过程状态管理、为竣工审计提供支持、竣工资料和文档收集等业务功能。

2. 设备管理模块

设备管理模块是生产管理系统与人财物模块集成的桥梁，是生产管理业务的有机组成

部分。设备管理模块包括设备资产管理与生产运行管理，主要由设备基础资料管理、预防性维护计划、检维修管理、备品配件管理等功能组成。

设备管理模块主要业务功能如下。

（1）设备资产管理包括设备资产的新增、转移、调拨、退役、报废。其核心是在ERP系统中对设备和功能位置进行建模。一方面，建立设备台账与资产卡片的对应关系，实现设备异动与资产价值变更的同步处理，实现资产的账、卡、物一致管理；另一方面，提供设备资产全寿命周期的维修成本，为设备投资决策提供依据。

（2）生产运行管理基于与生产管理系统集成关系总体框架，ERP系统覆盖生产技术管理业务中的计划性检修工作的计划和执行，以及抢修工作执行业务。检修工作业务设计的关注点是充分应用ERP工单模块与财务、物资、人力资源等模块紧耦合的特点实现检修工作过程的精细化管理，简化生产管理系统与ERP系统的接口。

3. 营销管理模块

营销管理模块作为公司SG186工程八大业务应用的重要组成部分，以建设统一的营销管理应用为目标，有效整合服务资源，实现对三级电力市场建设与运营的集约化管理，实现电能信息的自动采集、购售电环节的统一管理、公司营销经营的实时分析，实现客户服务信息化、业务处理自动化、市场响应快速化、质量管理可控化和决策支持前瞻化。通过“两级部署、三级应用”建设覆盖公司总部、网省公司及基层供电公司的营销管理业务应用和客户服务支撑平台，功能完整覆盖客户服务、业务处理、工作管理、决策支持等营销全领域，通过营销管理的专业化、标准化、扁平化、规范化促进业务流程的最优化及应用功能的实用化，实现营销信息纵向贯通、横向集成、高度共享，真正做到“营销信息高度共享，营销业务高度规范，营销服务高效便捷，营销监控实时在线，营销决策分析全面”。

营销管理模块覆盖新装增容及变更用电、供用电合同管理、抄表管理、核算管理、电费收缴及账务、用电检查、95598业务处理、资产管理、计量点管理、计量体系管理、电能信息采集、市场管理、线损管理、能效管理、有序用电管理、客户关系管理、客户联络、稽查及工作质量、客户档案资料管理等业务功能，并采用强大的数据仓库技术和商业智能工具进行营销分析与辅助决策。

营销管理模块主要业务功能如下。

（1）新装增容及变更管理是营销管理模块的基础业务，包括客户申请确认、低压居民新装、装表临时用电、迁址、移表、过户、更改交费方式等36个业务项。

（2）供用电管理实现了供用电合同的范本管理及供用电合同生命周期中的不同管理方式，包括合同范本管理、合同新签、合同变更、合同续签、合同补签、合同终止等内容。

（3）抄表管理包括抄表段管理、抄表机管理、抄表计划管理、抄表数据准备、抄表

机抄表、自动化抄表、手工抄表、抄表数据复核、抄表异常处理、抄表工作量管理、抄表工作质量管理等内容。

（4）核算管理包括电费计算参数管理、电量电费计算、审核管理、电费退补管理、政策性调整客户计费参数等内容。

（5）电费收缴及账务管理包括客户缴费管理、营销账务管理、欠费管理等内容。

（6）用电检查管理包括周期检查服务管理、专项检查管理、违约用电、窃电处理、运行管理、用电安全管理、用电检查人员资格登记、辅助功能及公共查询等内容。

（7）95598业务处理是指供电企业为客户提供的业务咨询、信息查询、故障报修、投诉、举报、建议、表扬、意见、订阅等服务业务的处理过程，包括业务咨询、信息查询、故障报修、投诉、举报、建议、表扬、意见、订阅服务、客户回访等处理业务项，以及公共信息、电力知识、信息发布、人员排班等管理业务项。

（8）资产管理包括选购管理、验收管理、检定校准及检验、库房管理、配送管理、淘汰管理、丢失管理、停用管理、报废管理、计量印证管理等业务项。

（9）计量点管理包括投运前管理、台账管理、运行维护及检验、电能计量装置分析和电能计量装置改造工程等内容。

（10）计量体系管理包括文档管理、计量人员管理、计量考核管理、计量标准及测试设备管理和计量设施管理等业务项。

（11）电能信息采集管理包括采集点设置、数据采集管理、控制执行和运行管理等内容。

（12）市场管理包括市场分析预测管理、市场指标管理、市场拓展管理和市场信息管理等内容。

（13）线损管理包括线损基础信息管理、考核单元管理、线损电量管理、线损统计、线损异常管理等内容。

（14）能效管理包括能效指标管理、能效措施管理、能效信息管理等内容。

（15）有序用电管理包括有序用电指标管理、有序用电方案管理、有序用电统计、有序用电发布信息管理等内容。

（16）客户关系管理包括客户细分、信用管理、价值管理、风险管理、VIP认定管理、重要客户认定管理、失信客户管理、主动服务、满意度管理、业务联系单位等业务项。

（17）客户联络包括服务接入、服务渠道管理等业务项。

（18）稽查及工作质量是指根据营销各业务的管理要求，制定相关稽查主题、工作质量评价参考标准，并按照稽查主题和工作质量评价参考标准对营销业务各环节的工作情况及有关单位营销工作质量进行监督和检查。

（19）客户档案资料管理包括档案维护、档案信息管理、档案资料管理等内容。

（20）营销分析与辅助决策包含报表管理、监管和分析预测等功能。

4.1.3　电力安全生产及市场交易管理

1. 安监管理模块

系统建设遵循“一个系统、二级部署、三级应用”的原则，建设公司总部、网省公司、地市公司三级上下一体的安全监督与管理系统，纵向通过统一数据交换平台实现数据纵向贯通，横向与门户、数据中心及其他业务应用实现横向集成。

安监管理的主要业务功能包括综合业务管理、安全统计分析、安全监督监控、安全风险管理、安全教育培训等功能。主要业务功能如下。

（1）综合业务管理实现安全监督与管理的“文件通知”“事故快报”“安全通报”等各项综合性业务工作的网络化和信息化管理，做到综合业务信息管理的方便快捷，在线跟踪监督信息的落实反馈情况，并建立安监综合信息数据存储仓库，提供较全面的安监信息查询服务，包括安全目标、组织机构、法规制度、领导讲话、文件通知、每周例会、安全通报、安全月报、事故警示、工作动态、要闻公告、经验交流、报送报阅、通信录、投稿箱等子模块。

（2）安全统计分析实现国家电网有限公司电力生产事故报告的网络化管理，事故报告做到分层分级审批，综合统计分析事故数据，图表灵活展现统计分析结果，为电力生产事故分析提供科学准确的依据，包括事故报告管理、事故统计分析、安全工作报表、事故档案管理、单位基础数据、安全天数管理、基础信息维护等子模块。

（3）安全监督监控实现从上而下掌握公司各级单位在生产、工程、供用电等方面开展安全监督与管理工作的情况，建立分层分级安全检查、专项检查、安全隐患或问题的整改动态数据库，在线监控隐患整改、安措执行等情况，包括监督检查、生产安全、工程安全、供用电安全等子模块。

（4）安全风险管理实现公司各级单位安全风险管理的基础知识、风险评估手册和安全性评估标准的发布，包括基础知识、标准手册等子模块。

（5）安全教育培训实现安全教育培训网络化管理，在线管理安全日活动主题内容，监控安全日活动开展情况，以及特种工种的取证情况，包括安全日活动、特殊工种等子模块。

（6）安全专栏实现事故汇报及时快速上报，以及专项活动信息共享，营造良好的安全氛围，包括即时汇报、专项活动等子模块。

2. 应急管理模块

应急管理模块是以SG186工程一体化平台为载体，涉及多层面、多专业的跨部门安全生产管理类应用。对《国家电网有限公司应急指挥中心建设规范》中涉及的应急管理和应急处置两部分业务功能进行梳理、分析、归纳，提炼为八大功能域：日常工作管理、应急资源管理、应急培训演练、预警管理、应急值班、信息上报统计、辅助应急指挥、信息汇

集，贯穿于应急日常工作与应急事件的接报、启动、处置、评估的全过程，服务于突发事件应急管理及应急指挥。

应急管理的主要业务功能包括日常工作管理、应急资料管理、应急培训演练、预警管理、应急值班、辅助应急指挥等模块。主要业务功能如下。

（1）日常工作管理包括日常信息接报、工作计划、应急组织、应急预案、文件资料和应急历史事件等子模块。

（2）应急资料管理包括应急资源查询（应急专家、应急队伍、应急资源储备仓库、应急物资、应急装备），应急资源统计（应急资源分类统计、应急资源储备查询），应急资源调配（应急队伍调配、应急物资调配、应急装备调配）等子模块。

（3）应急培训演练包括应急培训管理（应急培训方案、应急培训记录、培训资料管理）和应急演练管理（应急演练方案、应急演练管理、应急演练记录调阅）等子模块。

（4）预警管理包括预警管理、上报事件处置指导、预警历史事件3个模块。其中，预警管理包括关联信息、预案查询、领导批示、预警分级核定、预警启动、预警发布、预警处置过程、预警结束、预警上报、发送消息等子模块。

（5）应急值班包括信息接报、值班排班、值班日志管理、值班日志查看、交接班、交接班查看等子模块。

（6）信息上报统计包括事件关联报表、应急信息上报、上报信息统计等子模块。

（7）辅助应急指挥包括处置指挥、上报事件处置指导、应急历史事件3个子模块。其中，处置指挥流程包括协调处置，资源态势，电网态势，管理信息，领导批示，资源需求，先期处置（处置预案、组织体系、辅助研判），应急处置（应急启动、指挥方案、命令发布、救援跟踪、资源跟踪、处置记录、过程报告、应急结束），总结评估，事件上报，发送消息等子模块。

（8）信息汇集包括运行信息（输电网检修信息、日常运行基本数据、电网运行实时数据、输电设备停运信息、发电厂电煤信息），设备台账（变电站台账、变电设备明细、线路明细、输电设备明细），营销信息（重要客户信息、供电故障信息），视频信息（变电站视频、地市电视），外部信息（气象、灾害、公共）等子模块。

3. 生产管理模块

生产管理模块是SG186工程八大应用中最为庞大和复杂的应用之一。模块采用五大中心设计思想，通过“两级部署、三级应用”的网省大集中部署模式，贯通总部、网省和地市三级，功能覆盖输电、变电、配电三大专业，电压等级跨度从特高压1000kV到配网10kV，管控电网设备从新投、运行、检修、异动、技改直至退役的全过程。模块提供从班组运行日志、两票等基础功能到状态评估决策、总部汇总展示等高级功能在内的全套生产管理应用功能，实现与ERP、应急指挥、门户、目录、GIS公共平台的横向集成，并最终通过总部系统将全公司各系统在广域网上连为一个整体，目前已实现了系统内4个分部、27家网省公司以及国网运行分公司与公司总部系统的纵向贯通，为实现电网生产规范

化、标准化和精细化管理，提高电网生产管理水平和效益提供坚强的技术支撑。

生产管理模块主要包括标准规范管理、设备管理、生产运行管理、技术改造大修管理、计划任务管理、专项管理、综合业务管理等模块，覆盖输电、变电、配电电力生产业务。

模块采用五大中心设计思想，由五大中心及围绕五大中心分布的众多外围应用组成。设备中心代表了整个电网生产管理的核心对象、基本出发点和最终目标；计划任务中心代表了整个电网生产管理的工作方式和组织策划；运行工作中心代表了整个电网生产管理的执行过程、工作内容及工作结果；评价中心代表了整个电网生产管理的评估监督和价值取向；标准中心代表了整个电网生产管理的规范化和标准化力度和水平。在PMS中，所有中心均为设备中心服务。设备中心被定位为PMS的核心，围绕这个核心，计划任务中心、运行工作中心和评价中心三者之间汇聚了PMS中的一组主干信息流。通过该主干信息流三大中心相互依存，相互驱动，并围绕设备中心闭合循环。在这个设计视角上，设备中心成为电网生产管理所有业务过程产生的主流信息的最终归属地和终点，并从这个终点开始启动新一轮信息循环。

系统总体建设思路以设备的生命周期全过程管理为基础，以计划来规范电网生产管理。计划作为生产运行业务的源头，发起各种生产运行业务处理流程。以工作任务单为主线。通过工作任务单，实现生产业务的串接、流程的嵌套及同其他系统的交互，方便任务和流程的跟踪、监控。在公司总部、网省公司和地市公司的三层应用中，国家电网有限公司和网省公司应用的主要定位在分析决策级和管理级，实现对电网生产的监管作用；地市公司的应用除了管理级以外，还包括大量的业务级应用，应用范围将深入到各生产基层班组。

生产管理模块主要业务功能如下。

（1）标准规范管理依据公司的标准化体系，建立设备分类与代码标准、业务代码标准、设备图元符号标准库、数据交换标准等，为公司提供与生产有关的标准规范发布平台。实现电网资源相关代码与编码的统一动态管理，为电网规范化、标准化管理提供技术支持。

（2）设备管理是PMS的核心功能，是实现资产全寿命周期管理的关键环节。设备管理主要包括设备台账管理以及设备变更管理。设备台账管理范围包括输电设备、变电设备、配电设备、仪器仪表、备品备件、生产工器具、自动化设备、在线监测系统及其他生产设施管理。输变配电设备变更包括投运、退役、迁移、报废、备用。

（3）生产运行管理包括日常维护周期管理、运行值班管理、运行记录管理、工作票管理、操作票管理等模块。

（4）计划任务管理包括任务池管理、检修计划管理、工作任务单管理、检修记录管理等。

（5）电网图形管理通过图形功能实现对电网资源模型的图形化录入，并对录入的信息进行维护。电网模型包括厂站设施、线路、地下管沟、电力隧道、电缆、厂站电气接线图和全网接线图等。电网资源图形管理模块实现如下功能：电网资源模型图形化展现、电

网模型维护、图元管理、图层管理、属性管理、拓扑管理、状态管理、数据提取和转换。

（6）技改管理模块的主要内容包括项目预备、规划、立项、年度计划（含年度计划调整）的管理。大修管理的主要内容包括电网总体情况汇总、设备运行现状、存在问题分析、大修项目费用和计划的确定。

（7）专项管理包括线损管理、无功电压管理、电网运行环境管理、防汛管理、大坝安全管理、电力设施保护、防灾减灾管理、设备评价、评估管理、技术监督管理、可靠性管理等业务功能。

（8）综合管理包括生产指标管理、生产报表管理以及综合查询统计分析。

4. 电力市场交易管理模块

电力市场交易模块对电力市场的数据申报、合同的分解与管理、交易管理及计划下达、市场信息发布、结算管理、市场分析与预测等电力市场交易运作环节提供技术支持。

电力市场交易模块标准功能的建设严格遵循《电力市场交易运营系统功能规范》，重点围绕外送电交易、发电权交易、大用户直购电交易、交易计划编制、结算等业务，实现包括数据申报、合同管理、交易管理、结算管理、市场预测、市场分析、市场监视、信息发布、综合业务管理功能。

电力市场交易管理模块主要业务功能如下。

（1）数据申报：主要完成电力市场数据申报接收与处理，它是市场成员参与各类市场交易，提交交易申请的数据提交工具；也是交易中心向市场成员收集各类市场信息，用于分析市场运行状况和预测市场走势的数据收集工具。数据申报功能的服务对象为参与市场竞争和市场管理的各市场成员。

（2）合同管理：负责完成与电力市场交易相关的各类合同和协议的管理，能够对合同的制定、管理、执行提供全过程的技术支持。合同管理子模块能够完成对合同的组织、管理和控制，并且具有监视合同的执行情况，为交易成员和交易员提供及时、准确、全面的信息。

（3）交易管理：本模块是电力市场运营系统的核心内容，主要功能是通过预测市场需求，结合已签约交易的签订与落实情况，形成分类交易的交易规模；根据市场供需情况和交易主体的竞价申报结果，按照交易规则的要求达成无约束分类交易结果和有约束交易结果，并经约束条件校核后由交易中心下发。

（4）结算管理：根据电能量计量系统提供的有效电能数据、合同管理系统的合同、电价数据和网损、调度调整指令、能量管理系统的运行数据、合同管理模块的相关数据，以及市场主体的运行考核数据和市场运营状态，进行电量结算。

（5）市场预测：提供电力市场预测功能。预测内容包括用电需求预测和供电能力预测。为市场成员、交易人员和三级电力市场提供预测工具和预测数据，保证市场稳定和计划准确。

（6）市场分析：提供电力交易信息分析管理功能。分析内容包括电网运行情况分

析、市场运营情况分析、市场评估3方面，为市场成员、交易人员提供全面翔实的市场分析数据及丰富的数据展现工具，保证电力市场健康、稳定和协调发展。

（7）市场监视：主要实现对交易过程的监视，对电力市场运营和电力系统运行的重要状态与过程进行监视，为市场运营与管理提供技术支持。

（8）信息发布：主要完成系统运行数据和市场信息的发布、存档、检索，使所有市场参与者能够及时、平等地访问相关的市场信息，保证电力市场的公开、公平、公正。信息发布工作应遵循市场交易规则，有序开展市场交易，及时披露交易信息，依法接受政府监管。

（9）综合业务管理：实现交易中心生产管理和交易中心事务处理的自动化；通过工作流管理实现业务自动流转，提高工作效率；提供及时、准确、丰富的信息，实现信息的自动传递。

4.1.4　电力综合业务及协调办公管理

1. 综合管理模块

综合管理模块在公司总部、网省公司两级部署，包括综合统计、生产统计、投资统计、统计直报、经济普查、电监会报送、分压线损、外网报送、辅助决策分析、设备调查、重点城市投资统计、拉动内需等子模块。

综合管理模块由数据采集、横向集成、数据处理、信息发布、辅助决策分析几部分功能构成。主要业务功能如下。

（1）数据采集：包括数据采集管理、数据采集功能。数据采集管理根据各业务功能需求，定义各业务需要的采集对象，并定义每个采集对象的计算关系、检验关系、报送时间及报送单位；数据采集则是根据采集管理的定义，收集基础填报数据，并进行计算、校验。

（2）横向集成：系统既从其他业务系统获取数据，也向其他业务系统提供数据；通过集成管理，维护其他业务系统与本系统编码转换关系及执行调度；通过横向集成功能，可调用其他业务系统服务，从其他业务系统获取数据；同时提供发布服务，供其他业务调用。

（3）数据处理：包括报表定义工具、数据处理功能。报表定义工具实现对报表表单、甲栏、计算公式等进行定义；数据处理则提供统计报表、统计分析、统计台账、资料汇编等；同时通过预测优化方法库对历史数据进行预测分析。

（4）信息发布：包括发布管理、信息发布两方面功能。发布管理是对发布数据的时间进行控制；信息发布可以实现对内、对外进行同时发布数据。

（5）辅助决策分析：为各业务模块的公用部分，通过时间、地区、行业等多个角度，对用电、发电、设备、投资等多个主题域的数据进行分析。

2. 协同办公模块

协同办公模块是实现公文处理、档案管理、日常事务处理等功能全员使用的协同办公平台，实现同国家电网有限公司系统内各单位的电子公文的互联。通过协同办公管理理念可以全面提升公司各项管理工作，优化业务流程，提高管理与经营绩效，加强公司集团化运作的执行力，形成公司集中、高效、统一的管理机制，降低企业运作成本。协同办公业务应用典型设计坚持“统一领导、统一规划、统一标准、统一组织实施”的四统一原则和应用与建设同步的原则，遵循“一个系统、两级中心、三层应用”的设计要求，采用模块化和松耦合的设计方法，努力做到先进性、经济性、适应性和灵活性的协调统一。通过协同办公典型设计，形成了统一的建设标准和业务框架，为协同办公的推广和实施奠定了坚实的基础。

协同办公模块包括办公自动化、任务协作、知识管理和档案管理4个模块。办公自动化模块，不仅是本单位办公事务的处理中心，而且是公司所有单位的文件、会议、值班和信访等信息的传递中心。任务协作模块，不仅下达本单位、本部门的工作，更是公司总部对各单位、各单位对所属单位的指挥中心。知识管理模块，不仅是本单位知识资料的集散中心，也是公司企业级知识管理中心。档案管理模块，不仅是本单位档案的数据中心，还是整个公司所有单位的档案数据中心。

协同办公模块的核心业务子模块包括办公自动化、任务协作、知识管理和档案管理。主要业务功能如下。

（1）办公自动化：办公自动化的建设目标是全面推进企业日常办公业务无纸化建设，促进公文业务办理、审批、会议计划审批与会务组织、领导活动计划安排以及各单位日常办公业务处理流程的规范性和高效性，合理调配各单位业务资源，积累各项业务操作数据，从而为各单位办公业务的执行、纵向管控、统计分析提供技术上和数据上的有效支持。办公自动化主要包括发文管理、收文管理、签报管理、会议管理、督查督办、信息采编、车辆管理、值班管理、信访管理、调研管理、公告管理、综合协调、出差管理和办公用品管理等。

（2）任务协作：建立任务协作的目的是为了迅速有效地提高国家电网公司总部及系统各单位员工的执行力。通过建立任务协作机制，领导者、管理者能很好地实现对日常任务的管理与分配，实现不同组织成员间的协同办公、任务过程追踪和经验知识积累，从而建立起扁平化高效的企业管理架构，便于实现岗位置换，提高员工素质，便于实现资源共享，构建学习型组织。任务协作主要包括协作导航、综合任务、个人日程和计划管理等。

（3）知识管理：知识管理帮助组织在对人、财、物这些有形物质资产管理的基础上，重视无形的知识资产管理，借助知识管理机制和工具，提升协同工作平台的效率，实现对组织内外的知识进行有效的获取、沉淀、共享、应用、学习和创新，从而提高员工的素质、技能和执行力。知识管理主要包括知识中心、知识地图、知识社区等。

（4）档案管理：档案管理子模块以档案目录中心的建设为基础，逐步实现了国家电

网有限公司系统档案资源的整合和共享。实现总部及系统各单位采用统一的档案管理平台，达到档案的信息化和规范化管理（信息资源格式、档案管理规范、信息展现形式统一）和信息的共享利用的目的。档案管理主要包括数据收集、数据管理、开发利用等。

4.2　电网公司一体化业务应用架构设计

本节主要介绍电网公司一体化业务应用内容及架构设计原则、企业级一体化信息系统总体设计架构、一体化业务应用系统推进思路及建设管理。

4.2.1　一体化业务应用内容及架构设计原则

1. 概述

经过信息化SG186和SG-ERP建设，建成“横向集成、纵向贯通、二级部署、三级应用”的一体化信息系统，涵盖企业核心资源与综合业务、电网主营业务、产业金融业务、智能分析决策4 个板块，共 15 类业务应用，覆盖总部、省（市）公司及直属单位的所有业务领域，全面支撑了公司电网、产业和金融业务发展。

随着公司发展信息化建设与应用的不断深入，信息系统面临满足公司创新发展需要与系统转型升级并举的双层压力。一方面，为满足公司生产、经营和管理不断变化的业务需求，各专业系统不断增加功能，软件臃肿化问题严重，出现系统响应新需求的周期长、速度慢，严重者出现系统性能下降，经常性故障，能用而不好用，系统架构亟须转型升级。另一方面，为适应新型城镇化配电网管理、95598客户服务集中以及人资社会化招聘、财务风控管理等多元化经营管理需要的专项业务支撑系统，逐步从原各专业系统分离出来，导致应用系统数量繁多且集成关系复杂，存在数据复用程度低、重复录入，跨系统流程不衔接、无法贯通，存在基层作业层系统多、操作体验差，系统亟待梳理公共共享流程、功能、数据。此外，随着“大云物移”等新技术成熟应用，催生各专业系统从桌面端迁移到移动端，从本地迁移到云端的剧烈转型，特别是面向社会公共服务领域，公司不断拓展“互联网+”营销服务、金融服务、电子商务、电动汽车等业务新形态，新兴的应用环境层出不穷，各专业系统适应性改造升级日益迫切。

根据“十三五”信息化和“国网云”规划要求，在充分理解和继承“十二五”信息化成果的基础上，展开企业级一体化信息系统顶层设计，构建全公司一体化业务应用体系，全面支撑公司各专业规模速度型转向质量效益型，业务由高度集中转向适度多元转变。

2. 目标与原则

1）目标

以公司战略为驱动，按照全球视野和创新思维，2020年初步建成覆盖公司生产、经营、管理全方位业务、企业级一体化业务应用系统，运用微服务架构，实现业务功能最小单元化、组件化、服务化，业务应用按不同角色场景需求灵活装配，着力打造总部、省（市）公司两级信息资源整合、共享配置平台，全面支撑电力体制改革背景下的公司主营业务和战略新型业务（如全球能源互联网、市场化售电以及金融服务、电子商务、电动汽车和国际业务等）创新发展。

2）原则

（1）需求主导，共同推进。

以满足公司生产、经营和管理创新发展为目标，以业务需求为主导，坚持专业服从于全局，部门服从于企业，通过业务管理和信息管理高效协同，共同推进一体化业务应用建设。

（2）顶层设计，逐步演进。

为确保一体化业务应用系统建设工作有序进行，从业务需求着手，开展追根溯源，统揽全局的顶层设计，然后统筹考虑各专业系统现有架构、运行状况、业务支撑情况等要素，制定逐步演进的实施路线。

（3）继承发展，先进实用。

充分继承“十二五”信息化建设成果，充分借鉴各部门、省（市）公司、直属单位信息化创新经验，充分利用“大云物移”等新技术，全面提升公司信息化水平。同时，尊重客观规律，以实现业务价值、推动企业管理为目标，在系统建设过程中统筹考虑技术先进性和实用性。

3. 内涵和特征

一体化业务应用系统是国家电网公司“十三五”信息化规划中“四个一体化”的重要组成部分，是以一体化云平台为技术承载基础，以全业务数据中心为数据管理基础，对国家电网公司生产对象、作业流程与管控过程的全面技术实现，是业务的最终技术呈现。

建设的目标是通过借鉴互联网应用的先进经验，充分利用“大云物移”等先进信息技术，从根本上消除数据重复与系统集成，对业务应用全面进行原子化、组件化和服务化封装，构建“多场景、微应用”体系，逐步形成支撑业务柔性扩展、持续在线的一体化信息系统，实现对公司管理高效协同和智能电网创新发展的有力支撑。

1）内涵

企业级一体化信息系统的基本内涵是将公司各专业业务拆分为最小业务单元（原子化），运用面向服务、分层解耦的系统架构方法，按照应用展现层、应用服务层、数据服务层进行分层组件化和服务化封装，通过“分层隔离、透明访问”方式，构建“统一展

现、服务共享、数据共源”的一体化信息系统。

2）特征

企业级一体化信息系统具有如下主要特征。

（1）消除应用边界。

采用一体化的技术实现方式，实现了应用的统一访问入口、统一界面展现、统一服务访问、统一数据管控，系统内部实现互联互通、消除应用边界，逐步消除数据重复与系统集成。

（2）功能服务化。

对业务功能进行原子化、服务化、组件化实现，其内部功能与服务实现业务逻辑单一、职责单一，减少对其他功能依赖，具备“高内聚、松耦合”的特点，实现了各业务逻辑在应用内部的整合。

（3）应用场景化。

企业级一体化信息系统根据业务需求与组织角色对业务场景进行梳理与划分，根据业务场景所对应的功能进行聚合形成应用设计，其应用内的功能灵活易调整，以微应用的形式实现对于各类业务场景的支撑。

（4）架构可扩展。

企业级一体化信息系统是柔性扩展的系统，其内部业务服务功能颗粒度较小，可以独立打包、部署、升级，支持业务应用规模弹性伸缩与动态扩展。

（5）交付可在线。

企业级一体化信息系统基于服务的构建方式要求其必须是持续在线的系统，其系统的开发、测试实现敏捷化，发布、应用、运维持续在线，支撑系统全过程一体化运作。

4.2.2 企业级一体化信息系统总体设计架构

1. 业务蓝图

一体化应用顶层设计的业务蓝图是在SG-ERP架构设计的基础之上，根据“十三五”信息化规划总体思路，结合当前业务需求和应用、技术架构设计要求，对业务架构进行的业务职能重新梳理。通过对4大业务板块、17个业务域中所包含的业务职能进行更新和重新组合，最终汇总成业务蓝图。

国家电网有限公司业务主要包括企业核心资源、电网主营业务、产业金融业务、智能分析决策四大板块。其中企业核心资源板块包含人力、财力、物力资源管理和行政办公与综合5个一级业务域、58个二级业务职能；电网主营业务板块包含规划计划、电网建设、调度运行、生产检修、电力营销5个一级业务域、40个二级业务职能；产业金融业务板块包含科研教培、专业公司、产业公司、金融公司4个一级业务域、17个二级业务职能；智能分析决策板块包含公司发展战略、电网生产运行、电网经营管理、客户优质服务4个一

级业务域、10个二级业务职能。

2. 应用蓝图

一体化业务应用是全面支撑电网生产、经营管理和客户服务业务发展的应用功能规划和实现。一体化业务应用依托微应用群，组合装配形成企业业务应用、公共服务应用两大类应用。

1）企业业务应用

企业业务应用是公司内部各业务能力的核心支撑载体，是公司电网生产、经营管理和客户服务业务的信息化实现。企业业务应用包括基础应用、专业应用、智能分析决策三部分。

- 基础应用指可以为所有用户提供基础应用，不属于特定业务域的应用，包括统一空间地理信息、统一知识库、统一即时通信、统一搜索、电子邮件等。
- 专业应用包含企业核心资源与综合业务、电网主营业务、产业金融业务。企业核心资源与综合应用包括人力、财务、物力等核心资源及行政办公、综合等应用。电网主营业务应用包括规划计划、电网建设、电网运行、生产检修、电力检修业务应用。产业金融业务应用包括科研教培、专业公司、产业公司、金融公司4类应用。
- 智能分析决策主要指通过对大数据分析提供决策支持的应用，包括电网生产运行、公司经营管理、客户优质服务、公司发展战略辅助决策分析应用。

2）公共服务应用

公共服务应用旨在为社会公众提供全方位的电力能源服务，具体包括用电服务、95598客户服务、电子商城、供应商服务、分布式电源、电动汽车、金融服务、制造业、房地产等方面，未来公共服务应用将随着公司业务发展进一步演进。

3）微应用群

微应用群是按照技术特性分类形成的微应用集合，包括业务处理、统计查询、分析决策、实时采集4类微应用。根据业务需求，通过渠道整合将微应用编排组装形成各类企业业务应用和公共服务应用。

3. 技术架构

企业级一体化信息系统是采用一体化“国网云”平台和全业务统一数据中心的相应技术对业务需求的具体实现，是用户采用各类人机交互终端所访问的一体化的信息系统。

从信息系统的技术分层角度看，企业级一体化信息系统可以分解为基础设施层、数据服务层、应用服务层、应用展现层。基础设施层提供软硬件资源及网络的虚拟化管理，主要指一体化“国网云”平台中的“云基础设施”；数据服务层主要按照业务处理类型分为数据处理、数据分析、数据管理三个分中心，由全业务统一数据中心充分利用一体化“国网云”平台中的“云平台组件”负责实现，并对业务实现提供对外统一的数据服务；应用

服务层主要是根据最小业务单元的业务逻辑实现原子化的服务，进行组件化封装后按照企业资源、业务处理、业务统计、辅助决策进行分类管理，利用一体化“国网云”平台的“云平台组件”和“云服务中心”提供的技术进行服务实现和服务管理，并对“微应用”的实现提供统一的服务访问支持；应用展现层对应用服务根据业务逻辑进行交互界面的组件化封装，根据业务场景的实际需求实现成业务人员可直接操作的“微应用”，对“微应用”进行池化管理，并向各类人机交互终端提供统一的访问入口。

1）应用展现层

应用展现层可分为界面组件库、应用池、应用配置管理和统一访问入口4个部分。

（1）界面组件库实现了对最小颗粒度的界面组件的统一管理。界面组件是部分业务逻辑的封装，是调用多组应用服务实现的独立业务功能，是由用户操作的组件化软件界面单元，它无法独立运行或直接应用，可根据业务逻辑进行组装，最终形成可人机交互的“微应用”。

（2）应用池是对“微应用”的统一管理，内部按照业务分类、技术特征、适用渠道、应用范围等进行组合管理。微应用是呈现给业务人员的直接操作软件界面，是满足用户业务需求、提高用户操作体验的功能组合，最终运行于PC、移动设备、大屏等各类终端的客户端容器中。从业务操作的特征上可分为业务处理、实时采集、统计查询和辅助决策四大类“微应用”。

（3）应用配置管理是对界面组件库和应用池管理功能的具体技术实现，由界面装配、应用目录、渠道适配、访问权限等功能组成。界面装配实现对界面组件的统一管理，应用目录实现对“微应用”的注册管理，渠道适配实现对单体界面组件和应用的访问终端类型、技术访问方式的管理，访问权限根据用户的业务岗位、系统角色实现对单体界面组件和应用的访问控制。

（4）统一访问入口是企业级一体化信息系统对不同渠道、媒介、设备的访问或接入提供的唯一途径，负责系统与用户直接交互，接受用户的信息和请求，同时提供身份鉴权、访问路由、负载均衡等统一管理功能，实现对互动网站、智能终端、APP应用和桌面应用的访问渠道融合统一。

统一访问入口和应用配置管理相应管理功能应由一体化“国网云”平台提供通用功能，界面组件和“微应用”应该根据业务实际需求和业务逻辑由开发厂商应用一体化“国网云”平台提供的技术开发框架和通用技术组件进行实现。

2）应用服务层

应用服务层包含业务应用建设过程中设计实现的各类功能组件、公共服务与业务流程，是公司业务建设“组件化、服务化”的核心。应用服务层从功能实现角度对应用展现层进行支撑，通过调用应用服务层内的功能与服务实现相关业务需求。

应用服务层主要包含统一服务访问入口、企业资源中心、业务处理中心、业务统计中心、辅助决策中心与管理配置中心6个部分。企业资源中心、业务处理中心、业务统计中心、辅助决策中心是一体化业务应用四个企业微服务的容器目录，实现对服务的在线管

理，管理配置中心则是一体化业务应用技术支撑平台。

（1）统一服务访问层。

统一服务访问入口实现应用展现层对于各类组件与服务的统一访问，完成服务调用过程中的统一路由、服务代理、负载均衡与服务监控等功能。统一服务访问层对应用的展现与功能进行了隔离，最大限度地降低业务功能调整时对用户界面的影响。

（2）企业资源中心。

企业资源中心主要针对业务实现过程中梳理出来的核心微服务进行管理。企业资源微服务主要针对企业核心管理对象（如组织、员工、设备等企业主数据对象）相关操作进行封装以进行共享，所有涉及企业核心资源的操作必须通过企业资源微服务进行操作，以保证企业核心数据资源逻辑的统一。例如，对单个变电设备相关属性进行更新时，无论在生产管理系统，还是营销系统中，都必须调用企业资源服务中心中变电设备属性更新功能服务进行操作。

企业资源微服务在整个国网范围内实现统一，其建设管理有利于从企业层面对公司核心管理对象的信息化管理方式进行统一与规范，从技术角度对企业核心资源的操作进行统一，有效避免了因为功能重复建设、不同业务系统中对核心资源管理业务逻辑的不一致而造成的数据质量不一致问题。

（3）业务处理中心。

业务处理中心主要针对业务处理相关微服务与流程进行管理。业务处理中心主要由业务处理微服务库、实时数据处理微服务库与流程库组成。业务功能处理微服务库中注册管理各类业务处理过程相关微服务，此类微服务不直接对企业核心资源进行操作，业务处理功能组件通过调用企业资源微服务实现对企业核心对象的操作；实时数据处理微服务针对实时采集类数据进行处理，以微服务方式对实时数据的采集、计算与存储进行封装；流程库针对各类应用内流程及跨业务流程的管理，实现企业流程的流程模板、流程版本及流程实例管理。

（4）业务统计中心。

业务统计中心主要从企业与专业角度进行统计和查询，统计中心包含统计查询模板管理、统计查询服务、统计计算服务、统计回填服务及即时报表等功能与服务。

（5）辅助决策中心。

业务辅助决策中心主要实现对各类业务的数据挖掘与分析计算，其数据来源主要为全业务数据中心的数据分析中心中数据，业务分析统计中心的服务主要基于全业务数据中心所部署的分析型应用进行封装。辅助决策中心包含分析模板与分析算法管理，并提供数据计算、数据挖掘及数据探索等功能与服务。

（6）管理配置中心。

管理配置中心是公司业务应用建设过程中所实现的各类业务流程、业务功能及公共服务统一进行注册、管理与维护的中心，为各类功能、服务及流程提供统一的管理支撑。管理配置中心实现对企业资源中心、业务处理中心、业务统计中心及辅助决策中心4个服务

容器的管理，是一体化业务应用的技术支撑平台。

管理配置中心主要包含功能组件管理、服务管理、流程管理、功能权限及数据权限等管理功能。功能组件管理实现对各类功能组件的集中注册与配置，服务管理实现对各类公共服务的集中注册与配置，流程管理实现各类流程模板、实例及版本的集中注册与维护，功能权限与数据权限实现对各类角色可访问功能数据资源的管理与配置。

3）数据服务层

数据服务层负责提供“数据完整、标准统一、逻辑一致”的全业务统一数据服务，实现面向全业务范围、全数据类型、全时间维度数据的统一存储、管理与服务。数据服务层由数据处理中心、数据分析中心与数据管理中心组成，由全业务数据中心负责提供相关能力。

4）基础设施层

基础设施层为一体化业务应用、全业务数据中心及相关平台应用服务提供资源管理、基础硬件与信息网络等基础服务。

4.2.3 一体化业务应用系统推进思路及建设管理

1. 推进思路

1）统一设计，协调同步

一体化业务应用在设计过程中，首先按照统一的技术要求各专业条线分别开展本业务域的专项设计。在各业务域专项设计的基础上，结合公司资产全寿命、项目全过程、客户全方位、营配调一体化等业务融合要求，经过完善形成统一的一体化应用设计；同时一体化云平台的设计必须满足一体化业务应用的实现，两者的建设进度需要同步开展。

2）试点验证，展现统一

在统一设计的基础上，选择企业管理云、公共服务云典型项目进行试点验证，完成试点应用的组件化和服务化，与试点应用相关的应用也配合开展相关功能的服务化工作，同时开展企业核心资源中心的建设，支撑试点项目运行；首先开展展现层的统一改造工作，建设统一工作台，实现功能级操作界面整合。

3）稳步推进、分类实施

在试点验证的基础上，稳步开展一体化业务应用建设的推进工作。公司新建应用或者原有应用已到运行周期，可以完全按照一体化业务应用技术方案进行建设。对于未到运行周期，但需要配合其他应用改造的可采用渐进式改造。对于原有应用运行良好，用户数量较少，与其他应用关联少的应用可以不进行改造。

2. 建设管理模式

企业级一体化信息系统的建设将要求信息化项目建设、管控模式发生根本的转变，由

传统的基于不同平台、按业务域单独建设系统、独立安装部署、独立运行，向基于一体化“国网云”平台、按最小范围业务需求开发微应用、统一发布部署、集中运行监控的模式转变，形成对需求、开发、测试、部署、运行的全过程、一体化在线管理。同步要求项目管理组织管控方式由传统的厂商集中开发、系统整体交付向集中统一管控、小版本微应用迭代交付转变。

从项目建设的软件过程看，分为需求、开发、测试、部署、运维5个阶段。

从项目建设管控分组看，可分为整体管控组、技术支撑组、开发测试组、运行监控组四大部分。

1）整体管控组

整体管控组分为整体协调组、架构管控组、考核评价组、问题管理组。

- 整体协调组主要由信通部负责业务部门组成，负责业务和技术相关所有问题的整体协调。
- 架构管控组为核心，分为需求管控、演进管控、服务应用管控和数据模型管控4个小组，负责“一系统”根据业务需求的业务和应用蓝图设计、演进策略符合度、微服务和微应用注册、数据模型设计的全过程管理。
- 考核评价组负责“一系统”建设和运行全过程、各阶段的质量监控。该组由统一独立组织负责。
- 问题管理组负责“一系统”建设和运行全过程、各阶段所发现、提出的业务和技术问题，并安排解决、跟踪、关闭。该组由统一独立组织负责。

2）技术支撑组

技术支撑组分为基础软件平台组和数据模型设计实施组，是一体化“国网云”平台和“一系统”持续运转的基础技术保障。

- 基础软件平台组主要负责通用开发平台和通用软件服务的技术实现，是一体化“国网云”平台的基础软件功能相关实现的负责主体，如SG-UAP、微服务管理、微应用管理、负载均衡、统一数据访问等。该组由统一独立组织负责。
- 数据模型设计实施组主要负责核心资源、业务处理过程、分析决策应用等模型的设计与发布，是全业务统一数据中心功能相关实现的负责主体。该组由统一独立组织负责。

3）开发测试组

开发测试组由应用开发组和应用测试组组成，是“一系统”中微服务和微应用的具体实现主体，是对业务的技术实现。

- 应用开发组中的服务开发组分为一个公共服务开发组和多个业务服务开发组。公共服务开发组主要负责企业资源中心中公共服务的开发，由统一独立组织负责；业务服务开发组负责具体业务服务的实现，一般实现到业务处理中心、业务统计中心、辅助决策中心中，由具体实现的厂商进行负责。
- 应用开发组中的微应用开发组分为一个公共微应用开发组和多个微应用开发组。

公共微应用开发组主要负责公共的共享应用的开发，由统一独立组织负责；业务微应用开发组负责具体业务微应用的实现，由具体实现的厂商进行负责。

- 应用测试组负责根据业务需求对实现的微应用进行功能和性能测试。

4）运行监控组

运行监控组分为基础硬件资源组、系统部署组、运行监控组三个小组，分别负责软硬件资源分配与系统的部署运行。

3. 技术要求

1）通用要求

一体化业务应用主要依赖于全业务数据中心与一体化云平台研发与实施，编制《全业务数据模型设计规范》《微服务设计与开发规范》《微应用设计与开发规范》等系列标准，明确需求、设计、研发与实施必须遵从的技术规范要求。

2）对一体化云平台的技术要求

一体化业务应用在一体化云平台提供的基础技术框架下进行业务功能实现，在系统开发、运行与维护等方面依赖一体化云平台。

基础技术框架须提供基础功能和管理配置两部分。

基础功能：①渠道适配功能提供灵活的渠道适配能力，满足移动平台、企业门户、大屏、自助访问终端等渠道界面开发标准或规范要求。②统一权限管理须支持多套组织架构，提供高性能的权限审核能力，对微服务调用过程中的权限进行管控。③统一流程管理须提供支持总部、省、市、县、所5级一体化流程管理与运行框架，提供跨多套组织机构的流程审批角色定位功能。④消息管理须提供具备高性能的消息处理能力，支持同时对大并发量的消息进行接收与处理。

管理配置：①应用服务管理须面向微应用、流程、微服务与数据模型提供一体化的管理配置功能，实现各类管理对象的注册、配置及版本化管理。②企业架构管理须根据已注册的应用、功能、流程与微服务，自动生成企业架构，并保持同步，实现企业架构的在线管理。

系统开发、运行与维护须提供开发环境支持和运行保障支撑。

开发环境支持：一体化云平台应提供一体化的在线开发、测试与发布框架，实现开发、测试与生产环境服务版本与契约的同步，实现测试数据的管理（测试环境保存一定比例的生产环境脱敏数据），实现集成的调试与自动化测试相关功能。

运行保障支撑：①微服务运行管理须支持微服务之间以轻量级通信协议方式进行的高速调用，并保证其通信可靠，提供面向微应用访问及微服务状态及调用全过程的监控，实现全局角度对所有微服务的状态及链路压力的监控与预警。②访问入口与负载均衡管理须提供应用访问统一入口与服务调用统一入口，实现应用访问与服务调用的路由与负载均衡，同时支持根据各应用与微服务的负载对相关资源进行弹性伸缩及负载均衡策略自动调整。③应用服务部署发布须支持面向应用、微服务及数据模型的自动化传输，实现开发环

境、测试环境及生产环境的一键化传输式发布，实现应用与服务的灰度发布。④安全防护须基于云技术，支持发布容器的多租户管理，实现各租户之间相互隔离，互不影响，并能通过统一访问层实现部署位置对于应用访问及服务调用的透明无关。

3）对全业务数据中心技术要求

一体化业务应用通过全业务数据中心的统一数据访问层对数据库进行访问，要求全业务数据提供屏蔽底层物理数据库信息的数据访问接口；同时要求全业务数据中心提供根据微服务规范进行封装的数据分析服务与数据管理服务，并将其注册至一体化业务应用的管理配置中心。

4.3 大型企业集团信息化的主要特征及成果

本节主要介绍我国大型集团企业信息化的新特征、大型集团企业信息化的成果、大型集团企业信息化面临的主要问题、大型集团企业信息化建设的需求分析、大型集团企业信息化建设的目标。

4.3.1 我国大型集团企业信息化的新特征

大型集团企业信息化表现出持续优化，“信息化”已经被大型集团企业当作企业生存和发展的重要资源，信息化企业对国民经济带动能力显著增强。当前中国大型集团企业信息化的现状及特点如下。

1. 基础软硬件的建设已经基本完成并持续优化

企业基本网络设施建设已经基本完成，企业业务系统搭建在网络基础上，网络化改变了特大型集团企业的经济竞争环境，为企业带来了新的竞争法则。调查显示，我国大型集团企业已大部分实现了中级信息化，部分该类企业已进入高级信息化阶段。80%～90%的大型企业建立了不同规模的计算机辅助管理系统MIS/OA系统，全国1.5万个国有大型企业信息技术应用已完成普及，全部引进了MRP、ERP软件，约1/3取得了较好效果。在电子、航空、造船、机械、石油、化工等行业中，80%～90%的特大型集团企业采用CAD设计其主要产品，采用CNC、PLC、DCS控制其主要生产过程。

2. 信息系统安全从被动进入主动阶段

三大转变正在特大型集团企业信息系统建设中发生：产品从孤立向集中管理转变，从单一防御向整体防御转变，从被动防御向主动防御转变。这主要是因为随着业务系统的建设，信息系统和企业生存、发展息息相关。因此，网络与信息系统的安全显得尤为重要。

调查发现，特大型集团企业为了保证业务系统安全、稳定、可靠地运行，大都采用了异地备份、杀毒软件、防火墙等多种预防方式，以保证系统的安全可靠运行。

3. 部分企业信息化逐步达到国际水平

我国主要的大型集团企业多数已经进入了信息化的深度应用阶段。调查发现，在大型集团企业中，担任信息化决策主角的是党组会、董事会和执行决策层，进行重要信息化决策的是企业的最高管理层，70%以上企业的信息化决策集中在企业的经营管理层，这些说明中国的企业信息化建设已经实现了由简单应用发展到复杂应用，由战术层面发展到战略层面，由管理驱动发展到市场驱动，由技术推动发展到变革推动的转变。“信息化”已被大型集团企业视为企业生存、发展的重要资源和核心竞争力。

在年度企业信息化前100强企业中，大部分企业信息化正加紧从中级水平向高级水平迈进，开始向国际水平靠拢。其中，企业信息化500强中55.1%的企业核心业务流程信息化达到了高级水平。特大型集团企业主业信息化水平的提高，有效提升了对行业信息化的带动力，对中小企业信息化普及的推动作用显著提高。

大型集团企业的信息化投入在2010～2015年期间继续保持16%的复合增长率。大型集团企业的信息化建设在经历了系统建设和系统整合两个阶段后，将向成熟阶段发展。大多数企业的信息化建设重点将转向特大型集团企业内部各分支机构之间以及与上下游企业之间的业务系统建设。

4.3.2　大型集团企业信息化的成果

1. 国民经济骨干成分的企业信息化水平持续提高

信息化500强企业对国民经济具有较强的带动作用，信息化正融入国民经济主战场。调查结果显示，这些率先实现信息化的企业是我国实现工业化、现代化的重要带动力量，信息化正融入国民经济的支柱性骨干企业。

信息化领导能力逐步增强，目前已经有80%以上的企业由企业的高层担任信息化工作的主管。对信息化机构的认知水平得到提高，信息化机构已经被大部分企业看成是企业的商业策略合作伙伴或者决策力来源之一。信息化战略规划水平得到明显提高，为企业信息化和业务融合打下了良好基础。调查数据显示，信息化战略规划已经得到企业的充分重视，500强企业中目前已经有98%的企业制订了信息化规划。已制订信息化规划的企业中，有87%的企业的信息化规划是基于业务战略制定的，大部分企业每年都会重新审视信息化战略规划，使之符合企业业务战略的需要。有89%的企业信息化规划获得高层批准。这三项数据说明大部分企业信息化和企业发展战略的一致性得到了保证。

1）决策支持能力提升

97%的信息化500强企业开始进行信息化决策支持的建设，其中有51%的企业建设了

BI（商务智能）系统。31%的企业信息化决策支持程度达到中级以上的水平，其中有12%已经达到高级水平。该数据表明，随着企业信息化建设的不断深入，信息化决策支持的建设得到重视，并取得了显著的成效。

2）电子商务稳步发展

信息化500强企业在发展过程中，逐步认识到电子商务的重要性和战略地位，并从实际需要出发，不断加强电子商务建设。近年来，信息化500强企业加大了信息化建设投入力度，逐步形成了较为完善的信息化基础设施，为电子商务建设奠定了较好基础，形成了良好发展态势。多数企业建立了供应链管理，27%的企业已经进入生产计划同步阶段，通过供应链管理系统实现的交易平均比例为43%，表明大型企业的供应链管理信息化已取得初步成绩，有效提高了企业物资管理的能力。

2. 信息化成为推动企业创新的强大动力

调查显示，多数先进企业通过企业信息化已经将自主创新转化为企业核心竞争力。主要表现在：信息化促进研发管理创新，提高了研发生产力；信息化推动产品创新，缩短了新产品开发周期；信息化推动了业务创新和行业技术进步，促进了企业人力资本的优化配置，培育了学习型企业文化等。涌现出一批勇于自主创新的企业信息化先进典型。企业信息化对自主创新形成多层次多角度的支持，已成为企业自主创新必不可少的平台。

1）信息化推动了企业产品创新

信息化推动产品创新，提高了产品的技术含量和信息附加值。奇瑞汽车有限公司大力推行信息化建设，重视利用信息化技术促进产品创新。通过建设以客户为导向的产品生命周期管理（PLM），和对外向用户收集意见及建议的企业门户，改进产品设计、设计新产品，积极利用信息技术提高企业产品创新能力，提高企业竞争力，依靠自主创新，仅仅用了数年时间，便完成从引进国外二手生产线到向海外输出整车制造技术的巨大演变，成为世界汽车工业史上发展最快的企业。

2）信息化促进了企业服务创新

信息化促进了企业服务创新，提升了企业的盈利能力。中国工商银行通过信息技术提高金融产品服务创新能力和盈利能力。借助自主研发的核心银行系统，工商银行成为国内首家具有自动信贷控制体系的银行。利用信息技术，工商银行建立了国内功能最全面、技术最先进的网上银行系统，建立了国内最完善的电子服务渠道，实现了服务创新。强劲的创新能力使工商银行在国际国内资本市场创造了20多项世界之最和中国第一。2007年，按照市值排名，中国工商银行跻身全球上市公司前列。

3）信息化促进了企业管理创新

信息化促进了企业管理创新，提升了企业的管理水平。

先进企业集团积极利用信息技术推进管理创新，致力于创建一个学习型企业，一个灵活可控的企业，通过建设全球财务信息系统，提高全球财务管控水平，提升全球经营管理能力。成功地借助信息化实现了企业战略跨越，实现由全球物流经营人的转变，由跨国经

营向跨国公司的转变。在信息化支持下，集团已成为世界排名第二的全球化服务企业。

借助高效的网管系统，逐步推进集中化、标准化、精细化的网络运维，达到了国际领先的网络质量和运维效率。2000年以来，虽然网络规模不断增加，但网络维护人员基本没有增长，依靠有效的网络支撑手段，人均服务用户数增长6.4倍。建成了覆盖企业财务、物流、人力资源、办公自动化和知识管理等各个层面，集中、标准和集成的管理信息系统。通过管理信息系统建设，使得总部可以及时掌握公司的各种资源状况，防范经营过程中的管理风险，有效降低运营成本，提高了管理的可控、可见和高效性。在总部统一信息平台或是手机办公页面，我们能够每天看到前一天全集团的各项重要经营指标。同时，借由管理信息系统建设，还进一步规范了企业管理流程，加强了企业内部控制，保证了准确的信息披露，有力提升了集团公司控制力。

4）信息化推动了产业创新和结构优化

信息化推动了服务业创新。基于信息技术的金融创新成为衡量银行竞争力的关键标志。根据来自中国人民银行的数据，95%的金融创新的实现都是来自信息技术，在中国国内的金融创新100%都是信息技术创新带来的。

企业信息化推动了制造业自主创新。通过信息化构建新型工业能力和自主创新能力，不仅是进行单项的自主创新，更要以信息化平台为基础，通过集成的方式，将产品设计、企业管理、生产制造、市场营销等各方面的创新能力结合起来，形成企业的综合创新能力，提升企业的核心竞争力。

5）信息化提高企业人力资本水平

信息化提高企业人力资本水平，提高企业的学习能力，推动创建“学习型企业”。信息化推动和支撑企业更多从全社会共享知识，进行交流，提高了企业知识管理水平。

3. 部分大型企业具备通过信息化提升风险监控和内控管理的能力

在萨班斯法案影响下，风险和内部控制管理成为特大型集团企业信息化建设的关注点之一。根据统计数据，500强企业中已经有三分之二的企业进行了IT审计，有四分之一的企业信息化对内控管理的支持达到“企业内部管理过程能够提供适用的可以遵循的法律法规性的合理保证”的水平，有三分之一的500强企业可以借助信息化进行实时风险监控。

4.3.3　大型集团企业信息化面临的主要问题

据统计，美国大企业基本上已经设立了CIO（首席信息官），以战略的高度推进企业信息化工作。在信息化支出方面，这些企业也投入重金用于企业信息化的相关建设和发展。据有关数据，在信息化方面的投资占总资产比例达到了10%。在企业内部层面，涉及技术系统、制造系统、管理系统、基础技术等系统的建成，有力地提高了企业的决策、经营和管理水平，提高了企业的核心竞争力。数据显示，美国早在2003年就有2.6万家企业使用数据交换（EDI，电子商务的前身），其中最大的100家企业使用EDI的比例已达

98%。另外，美国目前有21%的企业已经全部采用了IP语音技术，75%的企业在部分分支机构采用了IP语音技术，27%的企业表示正在开展小范围的试验；欧洲95%的跨国企业都已经采用或计划采用融合的语音和数据网络；亚洲70%的跨国企业正在部署必要的措施采用融合的语音和数据网络；拉美（巴西）66%的企业已经在他们全部或部分的网络中采用融合的语音和数据网络。美国所有的大公司都实现了办公自动化，众多跨国公司实现了网络虚拟办公室。

1. 信息化建设规划不够合理，未能科学运用系统

信息化是庞大的系统工程，庞大到覆盖企业的方方面面，没有完善的总体规划必然带来冲突，过去十几年的经验已经证实了这一点。关于信息化建设的总体规划，国内外已经建立了完整的理论体系，但部分企业在做信息化建设规划时，未能利用这些成熟的理论、系统，导致信息化建设规划不够合理。

2. 信息化系统的运营维护有待提高

信息化建设是一个动态变化的过程，必须根据企业运作状况随时进行维护与更新。数据统计表明，大型国企不同程度地建立了大量的信息系统，但运营维护工作不尽如人意。这是因为在构建系统时未制定全面、系统的维护与管理制度，导致企业将更多的资源投入对硬件设备进行更新，用于技术、软件、培训等软环境的更新的资源偏少，造成系统中的小问题日积月累而成为大问题，最终影响系统的正常运行。建立运营维护保障体系将能够有效提升信息系统的效率。

3. 高水平的信息化管理人才短缺

数据统计表明，复合型高级信息化管理人才短缺是大型国企信息化过程中面临的一个重要问题。所谓高水平人才，是指不仅要懂技术，而且要了解企业管理，既掌握企业产品的特点、生产流程、产品质量，又熟悉供应、储运、销售和财务的发展规划。现实中，特大型集团企业同时具有以上条件的人显然很少，需要建立专门的人员保障体系。

4. 信息化系统的柔性程度不够

由于市场和企业外部环境的变化，管理手段也随之变化，而信息化系统的柔性程度不够，不能够适应不同的管理手段，将给这些企业的信息化带来风险。一旦管理手段发生变更，往往需要对信息化系统进行比较大的变更，因此增强信息化系统的柔性程度，使之更能够适应不同的管理手段，就显得尤为重要。

5. 内外合作欠缺经验

企业信息化建设，特别是特大型集团企业的信息化建设应该适当采取拿来主义，要善于利用外部力量。不仅要敢于引进先进的东西，也要敢于坚持自己的优点，要以“洋为中

用”的原则对待国外的技术和思想。这给特大型集团企业信息化建设带来了难度和挑战，此时应认真研究引进的系统和自身客观情况差别，仔细制定可实施的，符合国情、企情的方案，将融合、嫁接、变革的工作做好。对外合作要把握好一个“度”。

4.3.4　大型集团企业信息化建设的需求分析

准确理解企业对信息化的需求往往需要很多时间和精力，对于大型集团企业更是如此。由于集团企业往往都是多层次的组织结构，子公司具有独立的法人地位，各子公司业务范围、规模、地理位置、组织架构等都有不同程度的差异，作为母公司，要进行信息化建设，必须考虑特大型集团企业信息化建设中存在的需求、需求的特征、需求的重点等。

1. 信息化建设特征

特大型集团企业在信息化建设过程中由于自身企业组织机构、运维模式、资金等各方面的原因，导致企业对信息化运营商存在各种各样的需求。但总体而言，特大型集团企业在信息化过程中的需求具有一定的独特性、规律性、层次性。

2. 信息化需求的独特性

由于特大型集团企业的架构上复杂性，甚至有先有子公司再有总部的情况以及其在人员、资金等方面的庞大性，在信息化的需求上也呈现出自身的独特性。

一是复杂的需求。特大型集团企业层级多、链条长、员工多、企业文化、管理流程复杂的特点决定了特大型集团企业的信息化需求的复杂性。特大型集团企业除了注重信息化产品本身外，还需要为企业提供即时性、定制化、高质量的客户服务，只有这样才能适合特大型集团企业自身的特性，满足自身定制的要求，才能在信息化过程中很快地适应。同样，由于特大型集团企业的架构复杂性，企业信息化的需求显得更为迫切。

二是极高的服务标准。特大型集团企业在生产、管理上的独有特点要求运营商提供的信息化服务须在安全、高速、稳定性等方面有着极高标准，这样才能保证特大型集团企业运行过程中信息的安全、运转的高速、系统的稳定等。

三是较高的转换成本。由于转换成本很高，因此企业一旦接受了某家厂商的信息化服务，很难轻易转换。于是企业对厂商有很强的依赖性，这就要求企业在选择运厂商时对各厂商的风险进行充分的评估，谨慎选择。

3. 信息化需求呈现明显的规律性

需求递进历程。通俗地讲就是“先硬件后软件、先网络后应用”，即企业首先要解决基本通信、网络接入和组网、基础IT服务等需求，然后才会产生高级的企业信息化需求。特大型集团企业在信息化过程中存在需求递进的历程。

信息化与管理互相促进。特大型集团企业呈现信息化促进管理的提升，而管理的提升

反过来对信息化提出了更高的要求。信息化使特大型集团企业在集中管理、高效管理有了相应的手段，管理的精细化推动信息化深入发展。特大型集团企业在信息化过程中的这类需求规律是普遍存在的。

4. 信息化需求存在明显的层次性

特大型集团企业在信息化建设过程中的需求主要可以划分为4个层次，即基础IT服务、网络接入和组网、内外部通信、企业信息化应用。

基础IT服务需求包括主机托管、主机租用等，此类服务为企业信息化过程中最基础的服务需求。

网络接入和组网需求包括宽带和专线等互联网接入、企业局域网建设、网元出租等，这类服务可以满足企业内部之间网络输入、输出等要求，属于较高层次的服务需求。

内外部通信需求包括企业固话、集团V网、会议电话、传真、VoIP等，该类服务需求实现了企业完全的无纸化办公，满足了企业即时、高效的要求，属于高层次的需求。

企业信息化应用需求包括信息化标准产品、行业解决方案和信息化系统建设等，将企业成功的产品生产建立标准的信息化模式，并将经常出现的企业问题制定成标准的解决方案放在企业网站上供员工使用等，这属于最高层次的需求。

不同规模、不同行业的企业信息化需求虽然千差万别，但是大致符合这4个层次，只是需求所处层次有所差别。

5. 信息化企业实施建设过程需求

随着近几年大规模的信息化投入，特大型集团企业已经基本具备了网络接入和组网条件，信息化应用是目前的主要薄弱环节。基于企业运营活动，按照信息的采集、处理、发送、接收、反馈5个环节对企业的信息化需求进行梳理。根据梳理结果，不同行业企业的需求定位大不相同。一般而言，在信息化建设过程中，特大型集团企业的需求重点，除了具备一般信息化企业的需求外，更加强调高效管理、成本控制、安全运营三个方面。

1）企业对信息化厂商的需求

企业的信息化需求是随着企业规模、信息技术变革而发生变化的，要求厂商服务能力也相应逐步提升。针对企业信息化需求的不断变化，厂商需要应需而变，根据企业需求的特征，提供灵活、安全、高效的信息化服务。需要提及的是，特大型集团企业在选择系统厂商时往往选择国内外知名企业，这为后期的系统维护和调整带来了一定的优势。

2）企业信息化应用的需求

由于资金雄厚，特大型集团企业对信息化有比较前瞻性的理解，投入了巨资满足基础信息服务、网络接入和组网、内外部通信的需求。在满足基层需求后，往往对第四层次企业信息化应用产生强烈的需求，包括生产管理、市场营销、内部运营等。在黑色金属、装备工业、石油和化工等特大型集团企业集中的行业中，基本全面覆盖信息化需求的四个层次，各层次均有大量投入，反映出特大型集团企业希望借助信息化实现成本控制和高效管

理的意愿。

3）大型集团企业对流程整合的需求

集团企业信息建设是一个庞大且复杂的工程。目前，很多集团企业虽然已经完成了ERP的布局，但整体信息建设还存在诸多问题。由于大多数集团企业往往是集生产、销售为一体，同时存在多线路、多品牌、高精细化的管理层结构，此时的信息化建设不在单一的应用环上，而是扩展为兼容兼协作式应用。集团企业的信息化建设概念也已不仅仅是片面定位，而应清晰地认识到信息化是一个应用整合的操作过程。对此，大型企业需要对内部的供应链、业务流程、ERP系统等进行整合，也需要对内部应用和外部应用进行整合。这种整合主要体现在信息系统的建设上，应用间做到横向集成、纵向贯通，就是要做大集中和统一建设及运维，同时利用灾备中心和数据中心对数据和信息资源进行整合，提高企业核心竞争力。实践表明，深层次的信息化工作部署关乎整个集团的信息化战略所带来的效用及成果。

4）大型集团企业对高素质信息化人员的需求

任何企业的信息化建设，均需要高素质、不同层次的信息化人员，特大型集团企业也不例外。虽然经历了十几年的飞速发展，但我国特大型集团企业信息化建设在方法的科学性和体系性方面，仍然有很大的改进潜力。

因为信息化是一个漫长的过程，需要专业人员负责建设、操作、维护和更新。因此，企业需要让信息技术人员感觉到被关心和被重视，并及时对员工进行信息技术培训，另外要注重高水平信息化管理人才的培养。领导者需要为企业信息化架构师制订持续的培养计划。

在具体的信息化项目实施中，工程实施人员需要具备规范化项目管理的意识和能力。在信息化系统交付运维后，技术运维人员和服务台工作人员等信息化人员的专业素质和个人能力将对企业信息化的成效有直接影响。对于这些层面的信息化人员，也要为其制订良好的人才培养计划。

5）大型集团企业构建信息安全管理体系的需要

为有效控制内部风险，必须构建有效的内网安全系统，建设完善的企业信息安全管理体系。因为，无论系统的哪个环节出现漏洞，都可能造成整个系统的全面瘫痪。在满足企业业务需求的前提下，充分保障企业数据和信息的安全、可控、可管和可审计。以应对这种大集中的模式，避免使公司陷入从未有过的风险中。为此，企业可以通过物理与环境安全、访问控制、通信和运行管理、信息安全事件管理、系统开发与维护、业务连续性管理等方面保障信息安全技术体系。对涉及国家机密的企业尤其要强调信息安全。在加快信息化发展中解决信息安全问题，以信息安全保证信息化发展。建立信息系统安全应急处理机制，做好信息系统灾难备份工作，实现日常管理、技术手段和应急机制相结合。

4.3.5　大型集团企业信息化建设的目标

大型集团企业信息化经过持续发展，将逐渐过渡到一个全新的高级阶段，特大型企业

应当有明确的信息化建设总体目标。

1. 融入企业所有活动

信息化完全融入企业所有活动应当是信息化企业首要的和基本的特征，缺少了这一点，无论如何不能称为信息化企业。这一特征从表面上看就是信息技术的全覆盖和全应用。对正在推进信息化的企业而言，实现信息技术的全覆盖也许并不难，实现全应用的难度也可以克服。信息化如何与企业所有活动真正融为一体是难度最大之所在。这会涉及企业内部很多深层次的问题，如企业文化塑造、工作作风转变、员工绩效评估等。正因为如此，相关专家和学者才将信息化企业成为“创新组织形式”或“21世纪的企业模式”。

2. 整合企业内外部各种资源

这里所说的各种资源就是指“人、财、物、信息”，外部除一般意义上的客户、供应商、竞争对手以外，也包括政府、社团、媒体等其他的利益相关方。企业应当能够在集成和共享信息的基础上整合资源，并在生产、经营、管理、决策等过程实现完全的流程化管理。此处的流程在企业内外部应当透明，建立在价值流或价值链的基础上，流程中的每个环节从创造价值的角度看是不可缺少的。最大限度地整合企业内外部各种资源，客观上要求所有利益相关方都能够树立“一盘棋”思想，整体利益至上，主动沟通，高效协同。

3. 高度智能化和全面自动化

高度智能化主要表现为能从不同数据源搜集到的数据中提取有用的数据，对这些数据进行筛选、转换、重构后，将其存入数据仓库；然后运用适合的管理分析工具对信息进行处理，使信息变为辅助决策的知识，并通过适当的方式呈现给决策者，本质上就是围绕信息的收集、处理和呈现三方面，提取真正有价值的信息。

全面自动化即生产过程自动化、管理自动化和数据处理自动化，与智能化有密切关系。从当前相关企业信息化实际状况看，收集信息相对容易，但从海量的原始信息中提取决策层和经营层真正需要的信息还有不小的难度。此外，如何保证相关信息的及时性和准确性也是智能化和自动化面临的难点。

4. 引领企业发展方式

信息技术的兴起和发展，对人类的工作、学习和生活方式产生了深远的影响，这是不以任何人的意志为转移的。其中电子商务和网络经济的形成，更是为企业借助信息化转变发展方式提供了契机。试想，如果一家银行不能开通电子银行业务，那么它的客户流失和收益损失必然难以估量，这当然还是从企业借助信息化转变发展方式的角度来假设的。企业应该密切关注信息化的最新发展趋势，并随时准备调整自我，乘势而上，实现最有利于企业的发展方式。例如，国家电网近年来密切关注欧美国家对智能电网的研究和相关技术的研发，果断提出建设“坚强智能电网”的战略。

5. 关注长远发展

对特大型集团企业而言，不仅是企业是否做大做强的问题，更是能否做久的问题。因此，保持核心与刺激进步的思想，以及核心价值观传承、社会责任履行、核心竞争力保持、创新进步机制营造等重要事项，必然要融入企业，并通过信息化的手段加以固化。企业的每一位员工，其核心理念和行为方式都能够在信息系统的固化下与企业保持高度一致。企业需要抛弃急功近利的思想，选择最有利于企业长期发展的方式。

6. 提升总体效益

一般而言，特大型集团企业的经济效益在行业中应处于领先地位。特大型集团企业需要明确并定期回顾一些在同行业或不同行业之间可以进行对比的指标，如全员劳动生产率、成本费用利润率、流动资产周转率、存货周转率、客户满意度、总资产报酬率等，确定本企业与同行或其他优秀企业相比处于何种位置，并分析差距持续改进。对大多数处于完全市场竞争环境下的企业而言，经济效益应该是首先需要高度关注的重点。

中国的许多特大型国有企业，正在向公益型组织转型，不能仅仅关注经济效益，它需要关注的是总体效益或综合效益，即在经济效益之外，还要关注社会效益。因此，公益型组织同样需要对企业的社会效益进行测评，如企业是否倡导节能减排、履行社会责任等。

第5章
电力云数据中心工程技术与案例分析

本章的主要内容包括全业务云数据中心基础知识，全业务统一数据中心分析域规范，全业务统一数据中心工程设计及案例分析。



5.1　全业务云数据中心基础知识

本节主要介绍云计算、云数据中心及云安全基本概念，企业级一体化数据应用集成平台，电力全业务统一云数据中心，电力全业务统一数据中心实施方法。

5.1.1　云计算、云数据中心及云安全基本概念

1. 狭义云计算

云计算是并行计算（Parallel Computing）、分布式计算（Distributed Computing）和网格计算（Grid Computing）的发展。云计算是虚拟化（Virtualization）、效用计算（Utility Computing）、IaaS（基础设施即服务）、PaaS（平台即服务）、SaaS（软件即服务）等概念混合演进并跃升的结果。 提供资源的网络被称为云。

2. 广义云计算

这种服务可以是IT和软件、互联网相关的，也可以是任意其他服务。这种资源池称为云。云是一些可以自我维护和管理的虚拟计算资源，通常为一些大型服务器集群，包括计算服务器、存储服务器、宽带资源等。云计算将所有的计算资源集中起来，并由软件实现自动管理，无须人为参与。这使得应用提供者无须为烦琐的细节而烦恼，能够更加专注于自己的业务，有利于创新和降低成本。

（1）用户所需的资源不在客户端而来自网络。这是云计算的根本理念所在，即通过网络提供用户所需的计算力、存储空间、软件功能和信息服务等。

（2）服务能力具有分钟级或秒级的伸缩能力。能够称为云计算，就需要足够的资源来应对网络的尖峰流量，流量下来了，服务节点的数量也随着流量的减少而减少。现在有的传统IDC自称也能提供伸缩能力，但需要多个小时之后才能提供给用户，网络流量是不可预期的，不可能等那么久。

（3）具有较传统模式5倍以上的性能价格比优势。云计算之所以是一种划时代的技术，就是因为它将数量庞大的廉价计算机放进资源池中，用软件容错来降低硬件成本，

通过规模化的共享使用来提高资源利用率。国外代表性云计算平台提供商达到了惊人的10～40倍的性能价格比提升。国内由于技术、规模和统一电价等问题，暂时难以达到同等的性能价格比，但也能达到5倍。拥有256个节点的云计算平台已经达到了5～7倍的性能价格比提升，随着规模和利用率的提升还有提升空间。

3. 云数据中心（CloudDataCenter）

云数据中心是一种为提供云计算服务而建设的数据中心。与传统IDC（互联网数据中心）和EDC（企业数据中心）的区别在于所应对的业务模式不同。传统IDC多数支撑电信运营商数据业务，并有明确的跨网和区域性限制。EDC更多地支持以商业软件为平台的特定应用信息系统，其规模、等级、变量相对固定。云计算所需要的数据中心来源于互联网，但又向集成化平台演进，因此云计算数据中心从基础设施到计算与应用是连续和整体的，并相互关联和可适应。

4. 云安全

云安全通过网状的大量客户端对网络中异常的软件行为进行监测，获取互联网中木马、恶意程序的最新信息，推送到服务端进行自动分析和处理，再把病毒和木马的解决方案分发到每一个客户端。云安全的策略构想是：使用者越多，每个使用者就越安全，因为如此庞大的用户群足以覆盖互联网的每个角落，只要某个网站被挂马或某个新木马病毒出现，就会立刻被截获。

云安全的核心思想是建立一个分布式统计和学习平台，以大规模用户的协同计算来过滤垃圾邮件。首先，用户安装客户端，为收到的每一封邮件计算出一个唯一的“指纹”，通过比对“指纹”可以统计相似邮件的副本数，当副本数达到一定数量，就可以判定邮件是垃圾邮件；其次，由于互联网上多台计算机比一台计算机掌握的信息更多，因而可以采用分布式贝叶斯学习算法，在成百上千的客户端机器上实现协同学习过程，收集、分析并共享最新的信息。反垃圾邮件网格体现了真正的网格思想，每个加入系统的用户既是服务的对象，也是完成分布式统计功能的一个信息节点，随着系统规模的不断扩大，系统过滤垃圾邮件的准确性也会提高。用大规模统计方法来过滤垃圾邮件的做法比用人工智能的方法更成熟，不容易出现误判的情况，实用性很强。反垃圾邮件网格就是利用分布互联网里的千百万台主机的协同工作，来构建一道拦截垃圾邮件的“天网”。

5.1.2 企业级一体化数据应用集成平台

以整合的基础架构平台（物理数据中心）为基础，实现应用的集中、数据的整合、业务流程的集成、信息准确及时的交换、基于门户的统一展现与工作界面。采用套装软件覆盖紧耦合部分，结合自主开发的业务应用构筑企业应用整体架构。套装软件可以覆盖的业务领域包括财务、物资、项目、计划、设备、人力资源。

采用企业服务总线和业务流程管理技术构建企业级一体化数据应用集成平台，实现了企业业务应用之间的数据共享和流程互通。采用标准Web Services/JMS技术规范及标准XML数据格式规范，业务应用系统，包括成熟套装软件，依据标准规范封装接口服务，统一注册到应用集成平台，通过应用集成平台统一管理和调用。

1. 一体化平台

企业级一体化数据集成平台是八大核心应用系统的关键支撑平台。一体化企业级信息集成平台是实现公司“纵向贯通、横向集成”的企业级信息化发展战略目标的关键保障，也是实现公司上下信息渠道畅通、数据共享与应用的重要基础。

一体化平台是将网络和信息、硬件和软件、管理和生产进行融合。概括来说，公司一体化平台是以总部、网省、地市县三级信息网络为依托，借助多种通信方式，采用纵向贯通、横向集成的思路，整合内部的信息孤岛；在应用和数据集中的前提下，借助数据中心，进行有效的数据分析、挖掘；建立企业信息门户，向内部用户和外部用户提供多渠道的内容展示、单点登录，提供集约化的办公协作平台。

一体化平台的建设目标是：以信息网络和数据中心为基础，实现应用的集中、数据的整合、业务流程的集成、信息准确及时的交换、基于门户的统一展现与工作界面。

2. 数据交换平台

数据交换平台作为一体化信息平台的重要组成部分，其目的是建立公司自下而上的数据交换体系，实现公司总部与网省公司关键业务数据的纵向快速交换，确保上下信息畅通。

数据交换平台以统一数据交换标准、统一传输协议、统一交换渠道、统一接入服务接口为目标，实现了上下级的数据中心级联和纵向的业务数据传输。

数据交换平台管理控制层主要由以下功能模块组成。

1）平台管理

（1）节点管理。数据交换平台作为公司纵向统一交换通道，所有业务应用、数据中心的纵向数据流动都需要通过统一的数据交换平台实现。一个单位只部署一套数据交换平台，一个单位的所有业务应用都连接到一个数据交换平台，因此数据交换平台以单位为节点进行标识和管理。

（2）用户管理。数据交换平台的用户主要包括平台管理员、平台交换控制管理用户、交换用户。平台管理员是对数据交换平台进行统一管理，不具有对交换数据进行管理的权限；平台交换控制管理用户只对数据、交换过程进行控制管理；交换用户是有权访问数据交换平台的接入服务的用户。数据交换平台的用户管理充分利用了企业的目录服务，通过与目录服务集成实现了用户管理。同时对于无目录服务使用单位，也可利用数据交换平台应用服务器的自身用户管理实现，最大限度保证用户的安全性。

（3）日志管理。为了保证平台安全性，在用户管理、权限管理的基础上，实现了审

计日志、系统日志等监控功能。审计日志记录了用户对数据交换的关键操作过程，系统日志通过记录HTTP访问、HTTP错误日志，便于对数据交换的跟踪维护。

2）交换标准管理

数据提供方与数据接收方构成交换的主体，交换标准描述交换双方之间数据交换的格式，是进行数据交换的主要依据。对于同一数据，双方采用同一描述，以便数据提供方按标准封装后的数据在数据接收方可以根据交换标准进行识别。因此在数据接收方、数据提供方都提供了交换标准的管理。

3）接收管理

接收管理除了进行交换标准定义外，还需要对数据接收、数据抽取机制进行控制管理。数据接收控制是针对发送过程进行设置，即数据提供方发起交换操作，数据需求方进行相关配置，包括数据来源控制、接收时间设置、接收情况检查。数据抽取控制管理是针对抽取过程进行设置，即数据需求方发起交换操作时所需的相关配置，包括抽取格式和方式、数据来源设置。

4）发送管理

发送管理除了进行交换标准的定义外，还需要配置目标单位接口设置和发送格式、方式及目的地。目标单位接口设置是设置发送目标单位的Web Services、消息、邮件的地址。发送格式是设置发送数据格式（XML、Excel等），发送方式是邮件、消息、Web Services等，目的地指目标单位，这些设置是交换的基础信息。

5）调度管理

数据交换平台提供了自动/手动、应用触发的交换机制。手动、应用触发的交换是业务应用或数据交换平台的某一个操作发起的，收到请求后立即进行交换；自动交换机制是通过对数据的分析，得到数据产生周期、时间、数据量等信息，在交换前进行设置，按照系统时钟与交换时间设置、周期自动执行交换操作，并对交换的全过程进行记录。

6）数据管理

数据管理是一个辅助功能，针对所交换数据的逻辑关系理解的情况，提供了数据累计值检查、数据合计值检查、指标间关系检查等功能，可以对交换的数据逻辑关系进行检查，保证数据质量。

3. 数据中心

数据中心是企业业务系统与数据资源集中、集成、共享、分析的场地、工具、流程等有机的组合。从应用层面包括业务系统、基于数据仓库的分析系统；从数据层面包括操作型数据、分析型数据以及数据与数据的集成/整合流程；从基础设施层面包括服务器、网络、存储和整体IT运行维护服务。

数据中心建设可以对数据资源进行集中存储，统一管理，为企业各个业务应用提供数据层集中服务的数据环境；通过统一的数据定义和命名规范，保证数据的唯一性、准确性、完整性、规范性和时效性；通过建立公共的数据共享交换接口服务，为各业务应用提

供共享数据，实现数据的共享共用；通过建立分析应用服务，为业务部门提供数据查询分析功能，为公司领导决策分析提供支撑。

数据中心的逻辑架构包括应用架构、数据架构、执行架构、基础架构、安全架构和运维架构。

（1）应用架构： 指数据中心所支撑的所有应用部署和它们之间的关系。

（2）数据架构：指每个应用模块的数据构成、相互关系和存储方式，还包括数据标准和数据的管控手段等。

（3）数据仓库执行架构：指数据仓库在运行时态的关键功能及服务流程，主要包括ETL架构和数据访问架构。

（4）基础架构：为上层的应用提供硬件支撑的平台，主要包括服务器、网络、存储等硬件设施。

（5）安全架构：安全架构覆盖数据中心各个部分，包括运维、应用、数据、基础设施等。它是指提供系统软硬件方面整体安全性的所有服务和技术工具的总和。

（6）运维架构：用于管理执行架构和开发架构，它主要是面向企业的信息系统管理人员，为整个信息系统搭建一个统一的管理平台，并提供相关的管理维护工具，如应用管理平台、数据备份工具和相关的管理流程。

5.1.3　电力全业务统一数据中心

电力集团企业统一数据中心主要包括数据处理分中心、数据分析分中心和数据管理分中心三部分。数据处理中心是企业生产经营管理过程中各类业务数据存储、处理、融合的中心，是推进业务流程贯通和数据共享，保障数据质量的关键，提升数据应用水平的基础；数据分析中心是企业各类数据清洗转换、汇聚整合的中心，是挖掘数据资源价值，提升数据应用水平的核心；数据管理中心是企业数据模型管控、主数据应用的中心，是实现数据规范、安全、正确的关键和保障。以上三部分紧密结合，互相促进，是一个有机的整体。

1. 数据处理分中心

数据处理分中心是公司生产经营管理过程中各类业务数据存储、处理、融合的中心，是原业务系统各个分散数据库的归并、发展与提升，为公司各业务应用提供逻辑统一的数据支撑，由过去数据复制的业务集成方式转变为共享使用方式，实现企业级端到端流程的真正贯通，同时解决系统间数据集成及数据复制过程中存在的数据安全、效率低下和资源浪费等问题，逐步实现源端数据的干净透明。

数据处理分中心包括业务处理数据库和统一数据访问服务两部分，物理上两级部署。业务处理数据库的设计，遵循公司统一数据模型和数据架构要求，按照业务主线合理划分、部署。构建统一数据访问服务，隔离应用与数据库的直接连接，实现不同类型数据库的统一接入，提供灵活的访问权限管理、数据路由与调度能力，实现统一的数据管控。

数据处理分中心的建设有利于促进跨部门的业务协同和信息共享，实现源端数据干净透明。目前，跨部门业务集成以数据复制共享方式为主，造成业务数据的冗余复制和多份存储，数据一致性和及时性无法保证。未来，数据处理分中心通过统一数据访问服务，实现跨部门数据逻辑共享使用，支撑业务集成和协同。例如资产、设备、物资三码的集成关联问题，从复制数据并建立对应关系的“三码对应”方式转变成统一访问跨专业数据并建立动态关联的“三码联动”方式，确保共享数据随业务协同联动，实现业务流程的真正贯通。

2. 数据分析分中心

数据分析分中心是全业务、全类型、全时间维度数据的汇集中心，为公司各类分析决策类应用提供完备的数据资源、高效的分析计算能力及统一的运行环境，改变过去分析型应用数据反复抽取、冗余存储的局面，实现“搬数据”向“搬计算”的转变，支撑企业级数据分析应用的全面开展。

数据分析分中心依托企业级大数据平台构建，包括统一存储服务、企业数据仓库和统一分析服务三部分，物理上两级部署。统一存储服务提供结构化数据、非结构化数据、采集监测类数据和外部数据的统一存储和管理。企业数据仓库支撑结构化数据的抽取、清洗、存储和多维分析模型的构建，支撑多维分析应用。统一分析服务为数据分析应用提供计算能力和应用构建的支撑，提供高效、便捷访问数据分析分中心数据的能力。

数据分析分中心的建设有利于跨专业分析应用快速构建和数据价值挖掘，也可以提升采集监测数据的应用效率。各专业部门在开展大数据分析时，普遍需要用到用电信息采集等实时采集数据以及国家宏观经济、气候气象、地理空间等外部数据。目前的主要做法是，对于实时数据，各专业部门根据需要将原始数据抽取至本专业信息系统进行关联分析；对于外部数据，根据需要各专业自行采购批量导入本专业信息系统。通过跨地域分布式计算技术，构建“物理分布、逻辑统一、一体化运行”的数据分析分中心，可以实现实时数据和外部数据“一次采集、一份存储、多处使用”，同时支撑各专业领域业务处理类和业务分析类应用，改变过去反复抽取、冗余存储的局面，实现从“搬数据”向“搬计算”的转变。例如，营销、运检、运监等专业可直接利用数据分析分中心的用采数据开展负荷预测、配网运营监测、低电压治理等专业分析应用。

3. 数据管理分中心

数据管理分中心从企业业务全局出发，对企业数据的定义、存储、访问等进行统一规划和管控，保证全企业范围内数据的一致性、准确性和可靠性，为企业内跨专业、跨系统的数据集成与应用提供有力的支持。数据管理分中心物理上一级部署、两级应用，建设的核心是统一数据模型及主数据管理。

1）统一数据模型

通过完善统一数据模型，实现公司级数据定义、数据管理、数据交换的进一步标准化和规范化，保证公司业务数据在语法与语义上的统一，建立各专业人员共同理解和沟通的

语言，提供系统之间开展集成和互操作的基础接口标准，指导相关领域信息系统建设与业务集成工作。

2）主数据管理

主数据是企业内部关于核心业务实体的参照数据，为企业信息提供统一的视图。公司主数据的统一管理和应用是消除数据冗余、提升数据质量的关键。组织机构、会计科目、资产、物料、供应商、项目、设备、客户等反映企业核心资源的业务对象，都应纳入企业级主数据管理范畴。

根据公司业务实际，对主数据采取两类管理策略。一类是由公司主数据管理系统作为数据唯一入口，包括物资、项目、供应商、组织机构等相关主数据；另一类是针对设备、资产、客户等相关主数据，与业务关系密切，变更复杂，由相关业务系统作为数据唯一入口。所有主数据同步到主数据管理系统后向各应用发布，各应用系统以主数据管理系统中的内容为准，确保“源端唯一、一处维护、多处使用”。

开展主数据管理，需要在技术上和管理上分别采取有效措施。技术上，需要企业级主数据管理系统的支撑，实现主数据采集、审核、分发等功能；管理上，要分业务领域明确主数据的责任部门，并建立相应管理流程。通过技术和管理的手段保证主数据在企业范围内的一致性与完整性。

建立统一高效的数据管理分中心，通过管理与技术手段持续的有序的优化治理，将有效推进企业数据的规范化、标准化，大幅提升数据质量，逐步形成数据流向清晰、标准统一、交互高效的数据服务能力，将极大简化企业业务融合难度，提升业务协作效率，有效避免大量的人工维护数据对应关系的工作量，有效降低信息化建设运营成本，为公司开创信息化服务新局面打好坚实基础。例如，目前ERP、PMS、营销等系统各自根据业务需要，独立维护一套组织机构，因编码、命名规范不统一，难以通过组织机构关联、贯通各类业务数据。通过将组织机构纳入主数据管理体系，规范组织机构对象，实现组织机构在各个系统中的统一发布和更新，提供统一的访问视图和管理视角，将项目工程建设、资产设备运营和资金筹措等相关业务数据关联贯通，可以有效避免上述问题。

5.1.4　电力全业务统一数据中心实施方法

全业务统一数据中心的建设不能一蹴而就，应在统一规划、设计的基础上，分步骤，分阶段，积极稳妥推进。整体设计与分步实施相结合，先试点后推广，渐进式推进统一数据中心建设。从目标着眼、自上而下强力规范，从现状入手、自下而上逐项清理，在应用中持续完善，确保统一数据架构符合实际、阶梯式提升。

1. 指导思想

1）企业数据统一规划、设计先行

一是分专业分条线开展公司统一数据模型完善设计工作，通过基层单位综合试点验证

设计成果的有效性，形成完备、可用、标准的公司全业务统一数据模型。二是同步开展全业务统一数据中心详细设计。三是结合统一数据模型，推进主数据管理工作，明确公司主数据管理的范围和对象，在全业务统一数据模型基础上，设计公司全业务主数据模型，分专业分条线推进主数据应用深化。

2）处理分中心架构引领、稳妥推进

一是对于现有业务系统结合每年信息化系统建设改造工作，按照信息化架构蓝图，逐步整合、归并，向目标架构演进。二是同步推进业务集成，提升数据质量，最终形成模型一致、数据干净、访问透明的数据处理分中心。三是结合公司资产全寿命、能量全过程、客户全方位、人财物集约化、企业全面风险管控总体业务融合目标的深化，持续推进系统整合和业务集成，消除数据和功能重复，提升数据质量。

3）分析分中心全业务汇聚、全方位应用

一是根据各专业数据分析、大数据应用需求，信通部门协同各专业部门，分专业开展数据接入分析数据中心工作。二是组织各专业分别开展数据探索与应用，边应用，边清洗，边完善分析模型，形成数据应用的良性循环。

2. 数据管理分中心建设

1）开展统一数据模型完善设计

一是在公司现有的统一数据模型基础上，由专业部门牵头开展人员组织、财务、物资、项目、电网、资产、客户数据模型的完善设计工作，进一步指导业务系统建设和数据分析应用。二是组织开展公司统一数据模型扩展设计，支撑新兴业务。三是完成数据仓库模型设计，支撑企业级数据分析挖掘应用。

2）深化核心业务主数据应用

一是基于公司统一数据模型设计成果，识别主数据管理对象，结合公司各专业的信息化建设计划，推进人员组织、会计科目、供应商、项目工程、设备资产、客户等主数据深化应用。二是明确每类主数据的责任部门和业务支撑团队，建立主数据审核和维护机制，确保数据质量。三是优化升级主数据管理系统，支撑企业级主数据管理。

3. 数据分析分中心建设

1）开展数据抽取与清洗，满足存量数据分析挖掘需求

根据分析业务的需求，确保源端业务系统安全稳定运行前提下按需开展数据抽取和清洗工作，完成相关业务数据的抽取与清洗，为各类分析应用的实现提供完备的数据资源。

2）构建统一分析服务

构建统一的分析服务，为分析应用提供高效的分析计算及数据访问能力，为分析人员提供自助式、智能化的分析工具。

3）开展实时采集类、分析决策类相关应用迁移工作，减少数据分散、重复存储

对电信息采集、输变电状态监测等采集监测类应用系统进行试点数据接入，由数据分

析分中心统一平台提供支撑；对分析决策类应用，新增类的分析应用基于数据分析分中心进行构建；已有的分析应用，结合应用本身的升级改造需求，合理安排迁移改造工作。

4. 数据处理分中心建设

1）开展统一数据访问服务研发工作，为数据处理分中心的逻辑统一提供技术支撑

一是组织开展统一数据访问服务的总体设计和功能开发，并进行试点验证。二是结合源端清理与系统归并计划，编制系统接入计划并逐步实施数据库统一纳管。三是开展统一数据视图、数据监控、元模型管控等数据管控支撑功能，实现全业务数据的可视化，支撑全业务数据运维与管控。

2）结合业务需求，分业务主线持续推进业务集成，提升源端数据质量

一是围绕资产全寿命、能量全过程、客户全方面、人财物集约化、企业全面风险五条业务主线，开展业务集成典型设计工作。依托统一数据模型设计与主数据管理，分析现有业务集成，识别业务集成典型应用场景，完成业务集成的典型设计方案与技术实现。二是依托营配调一体化、业财融合、计划预算项目全过程管控等重点工作推进，统一组织完成集成服务的设计，推进落实相关应用系统的改造与实施工作。

3）结合系统的新建或改造，开展业务系统归并、整合工作，逐步减少功能重复建设和数据重复录入

以公司“三集五大”业务体系为基础，按照信息化架构设计要求，结合业务系统软件生命周期及业务升级需求，有序推进业务系统的整合与改造，逐步减少功能和数据重复。结合统一数据访问体系建设和统一数据架构管控工作推进，将数据管理和业务应用分离，统一开展数据库模型设计与管控，进一步减少业务数据存储（数据库）数量，所有变更统一管控。

5.2　全业务统一数据中心分析域规范

本节主要介绍全业务统一数据中心分析域技术规范、全业务统一数据中心分析域建设规范、全业务统一数据中心分析域应用规范。

5.2.1　全业务统一数据中心分析域技术规范

分析域是公司全业务、全类型、全时间维度数据的汇集中心，为公司各类分析应用提供完备的数据资源、高效的分析计算能力及统一的运行环境。数据分析域是挖掘数据资源价值，提升企业数据应用水平的核心。

分析域基于企业级大数据平台构建。企业级大数据平台为分析域提供数据接入、数据

存储、数据计算、统一分析服务等技术支撑组件。

分析域为公司各类分析应用提供统一的数据支撑，新增分析应用应全部基于分析域构建。现有数据中心继续支撑已有的应用，随着应用集成方式的优化改造和分析应用的迁移，现有数据中心逐步退出下线。

1. 总体技术架构

分析域基于企业级大数据平台构建，主要包括三部分：数据接入、数据存储计算及统一分析服务。

1）数据接入

主要负责将源端业务系统中的结构化数据、采集量测类数据、非结构化数据或外部数据汇集至分析域。

2）数据存储计算

主要包括企业数据仓库、大数据存储计算组件和数据集市。数据仓库采用MPP数据库构建，主要用于存储计算结构化数据。大数据存储计算组件主要用于存储采集量测数据以及非结构化数据，并提供计算分析能力。数据集市存储面向主题的分析数据。

3）统一分析服务

面向各类分析应用提供统一的数据访问、挖掘、探索服务。

2. 数据接入组件技术规范

1）结构化数据接入组件

结构化数据接入组件主要应具备数据定时抽取、数据同步复制功能。针对实时性要求不高、数据量较大的数据建议采用数据定时抽取的方式接入分析域；针对实时性要求较高、无更新时间戳的数据建议采用数据同步复制的方式接入分析域。

（1）数据定时抽取。

通过配置抽取数据源、抽取目标、目标路径、抽取规则、并行度、数据转换规则、数据分隔符等属性，将关系型数据库的数据抽取到分析域关系型数据库中。主要功能如下。

- 数据源连接配置：应支持对接入分析域的源业务数据源进行连接配置，支持各种关系型数据库。
- 数据抽取规则配置：应支持配置全量或增量的方式对已定义数据源的数据进行定时的抽取。
- 数据转换规则配置：应支持传统关系型数据库的数据类型同分析域关系型数据库相对应的数据类型进行转换匹配。
- 任务调度与监控：应支持对数据抽取或转换的任务进行定时策略设置，且对ETL任务运行情况进行监控。

（2）数据同步复制。

数据库同步复制通过解析源数据库在线日志或归档日志获得数据的增量变化，再将

这些变化应用到目标数据库，实现源数据库与目标数据库同步；采用数据库日志读取对于数据库性能的影响较小，对数据库表的读写操作无直接影响。数据库实时复制应提供如下功能。

- 数据源连接配置：应支持不同数据源之间的配置，支持常见接口形式及通信协议。
- 基于日志的数据同步复制：应支持通过在线日志或归档日志，实现毫秒级的关系型数据库直接的数据复制，不依赖源数据库的触发器和规则，对源数据库影响小。
- 高效的数据传输：应具备高比率的数据压缩，能够实现断点续传，并能在传输过程中进行安全的数据加密。
- 运行日志监控：对复制过程各个环节的运行情况进行记录和监控。

2）采集量测类数据接入组件

采集量测类数据接入组件主要应具备将采集量测类数据快速接入到分析域采集量测数据存储组件中，且能够对采集量测类历史数据进行迁移，并具备接入适配器、异常数据处理、数据质量、数据完整性校验、接口统一监控、E格式统一解析、消息队列、缓冲、异步通信等功能。

- 接入适配器：应支持适配不同的数据源（如FTP、Oracle数据库、Web Service、E文件等），支持常见接口形式及通信协议。
- 异常数据处理：根据源系统的数据特点，接口应支持对异常数据的识别与处理，并记录异常数据处理日志。
- 数据质量：根据源系统的数据质量要求，接口应支持对数据进行清洗转换、数据加工等操作，并能够根据E格式规范生产规范化文件。
- 数据完整性校验：应支持对源系统给出的数据进行校验，使用计算机算法对数据进行防篡改或防破坏处理。
- 接口统一监控：接口应具备对各接入接口运行状态进行统一监管的能力，并实现接口异常告警及记录日志功能。
- E格式统一解析：接口应具备对E格式文件进行解析处理的能力，并将解析结果推送给消息队列。
- 消息队列：应具备对消息进行处理的能力，对解析接入的数据进行分类接入和数据缓冲。
- 缓冲：应具备消息队列缓冲功能，能有效屏蔽数据峰谷对非关系型数据库造成冲击，缓冲功能应具备数据持久化能力。
- 异步通信：数据接入过程应支持异步模式，数据不会因为接收方处理能力不足而导致数据阻塞。

3）非结构化数据接入组件

实现海量系统日志、数据交换文件、照片、视频等格式数据的采集，且具备对数据进行简单处理并写入各种数据接收方的能力。该组件应具备以下功能。

- 多源异构系统的数据采集：应支持J2EE、SG-UAP、Sotower、GIS（C++）等开发工具。应支持对业务系统中常用的数据类型进行数据抽取，至少包括WPS、Word、Excel等办公文档以及pdf、ceb、cebx、txt、rar、jpg、bmp、git、tiff等数据类型。应支持“实时”和“历史数据迁移”两种数据采集模式，“实时”模式是通过集成接口将上传的文件实时推送到大数据存储计算组件，“历史数据迁移”模式是指将原系统中的历史数据通过工具一次性迁移到大数据存储计算组件，历史数据迁移模式操作应支持多线程运行。
- 数据处理：应提供对数据进行简单处理，并写入各种数据接收方的能力。数据接收方包括分布式文件系统、分布式列式存储等。支持对采集的文档进行类型格式转换操作，包括Word等办公文档转换为pdf、图片转换缩略图等操作。
- 数据采集监控：应支持对数据采集的全过程进行监控，可实时跟踪每条数据从采集、处理到入库的全过程；应具有统一风格的图形化管理界面，应提供业务系统接入配置、接口回调配置、大数据存储组件目标存储位置配置等操作界面；应具备完善的日志和审计能力，可以记录数据接入操作配置、上传、下载详细日志、运行时发生的各种事件，便于了解数据接入的运行状态。
- 多种形式的数据存储：应支持将数据存储于分布式文件系统，包括HDFS、HBASE两种存储方式。
- 文档全局访问：应支持文档的全局访问，文档在平台中拥有全网唯一的ID标识，文档支持在各个业务系统间流转分发。

4）外部数据接入组件

外部数据接入组件应满足文件导入、外部接口程序采集、网络数据爬取等方式。

- 文件导入：从外部网站下载外部需求数据或从第三方机构购买数据，开发文件导入功能，实现数据导入，此方式数据实时性差，工作量大。
- 外部接口程序采集：基于标准的API方式批量获取外部数据记录，目前已开展天气数据的采集。
- 网络数据爬取：采用网络数据爬取技术获取外部需求数据，此方式目前技术较成熟且实效性强，但开发成本较高。

5）数据缓冲区组件

数据缓冲区存储来自源端业务系统的结构化数据，为后续清洗转换提供原始基础数据。源端业务系统数据进入数据缓冲区后，根据数据归仓、数据分析等业务需求，进行整合和处理。数据缓冲区为临时数据存储区，数据一般存储3个月，逾期数据将进行定期归仓并清除。

6）企业数据仓库组件

企业数据仓库包括明细数据层、轻度汇总层。

- 明细数据层用于存储将数据缓冲区存储的数据经过编码统一、数据同源、数据规范化后形成的企业级业务明细数据。

- 轻度汇总层用于存储将数据仓库明细数据层的数据进行数据轻量汇总、轻量合并等数据处理后的数据。

7）数据集市组件

数据集市的数据由数据仓库的数据经过处理转换后形成，直接支撑前端的应用需求。数据集市区存储的数据主要是主题分析数据。

8）采集量测数据存储组件

应提供分布式列式存储、分布式内存存储等数据存储方式，满足业务应用对海量数据的高并发读写、高效率存储、高扩展性等要求。其中，列式存储主要用于提供较低延迟的读写访问，承受高并发的访问请求；内存存储主要应用于高性能实时查询分析场景。

（1）分布式列式存储功能。

- 列式存储：应支持使用面向列的存储模型存放数据，通过列可把相关的一组列归属到一个列族中，充分发挥数据的聚合特性。
- 在线快速读写：应具备实现快速数据读写操作的能力。
- 线性扩展：应支持存储节点的动态扩展，将数据均衡分布到各个节点。
- 监控管理：应具备节点状态管理和监控能力，能够监控每秒请求数、资源使用情况等技术要求。
- 数据压缩：应支持多种压缩算法，对数据进行压缩存储。

（2）分布式内存存储功能。

- 内存存储：应支持将数据加载至内存中，可直接进行数据的读写操作，满足应用的高效访问请求，同时，内存中存放的数据定期同步至磁盘进行数据的持久化，确保数据的可靠性。
- 在线快速读写：应具备快速的数据读写操作能力。
- 线性扩展：应支持存储节点的动态扩展，将数据均衡分布到各个节点。
- 易用的用户接口：应具备为用户提供方便用户接口的能力。

9）非结构化数据存储组件

非结构化数据存储组件主要用于存储分析域中非结构化数据，组件应基于分布式文件的数据存储架构，支撑PB级以上规模非结构化数据在线存储，满足大量、多样化数据的低成本存储需求。具有一次写入多次查询的特性，能降低并发性控制要求，简化数据聚合性，支持高吞吐量访问，应包括文件存储、文件树管理、批量加载、在线监控等功能。

3. 数据计算组件技术规范

提供分布式运行引擎和协同计算功能，提供查询计算、流计算、批量计算、内存计算等能力，满足各类业务应用不同时效性的数据计算需求。数据计算方面主要涉及的组件包括流计算组件、内存计算组件、批量计算组件。

1）流计算组件

流计算提供数据实时计算能力，能将一定时间窗口内应用系统产生的实时变化数据不

进行持久化存储，直接导入内存进行实时计算，从实时变化的无序的数据中获取有价值的信息输出，适用于对动态产生的数据进行实时计算并及时反馈结果。该组件应具备任务定义、任务提交、任务监控功能。该组件应具备如下功能。

- 任务定义：应支持多种数据来源及输出，包括关系数据库、分布式文件系统、分布式列式存储等，满足各业务系统根据业务需求进行各类型实时计算任务的定义。
- 任务提交：应支持将已定义的任务提交至大数据存储计算组件计算集群中，实现任务在集群中的快速安装、部署。
- 任务监控：应支持监控任务的整个生命周期，从任务的启动、执行以及任务的结束，及时了解任务的执行情况，同时能够观察任务执行过程中的资源使用情况。

2）内存计算组件

内存计算组件应能利用CPU、内存的速度和性能优势，能将数据存储和计算全部放置于主内存中，结合并行计算技术，消除磁盘I/O性能瓶颈，实现数据快速计算，提高系统并发访问能力。该组件应具备如下功能。

- 任务定义：应支持多种数据来源及输出，包括关系数据库、分布式文件系统、分布式列式存储等，满足各业务系统根据业务需求进行各类型统计分析任务的定义。
- 任务提交：应支持将已定义的任务提交至大数据存储计算组件计算集群中，实现任务在集群中的快速安装、部署。
- 任务调度：应支持配置任务的执行时间、间隔、次数，并根据平台各计算资源的使用情况进行任务的合理调配。
- 任务监控：应支持监控任务的整个生命周期，从任务的启动、执行以及任务的结束，及时了解任务的执行情况，同时能够观察任务执行过程中的资源使用情况。

3）批量计算组件

批量计算组件是基于MapReduce的并行计算框架，能把并行计算所涉及的诸多系统层细节交给计算框架去完成，提供分布式计算、批量数据处理等基本能力，用于解决传统的离线数据处理问题，适用于非实时、无交互的数据应用场景。该组件应具备如下功能。

- 任务定义：应支持多种数据来源及输出，包括关系数据库、分布式文件系统、分布式列式存储等，满足各业务系统根据业务需求进行各类型统计分析任务的定义。
- 任务提交：应支持将已定义的任务提交至大数据存储计算组件计算集群中，实现任务在集群中的快速安装、部署。
- 任务调度：应支持配置任务的执行时间、间隔、次数，并根据平台各计算资源的使用情况进行任务的合理调配。
- 任务监控：应支持监控任务的整个生命周期，从任务的启动、执行以及任务的结束，及时了解任务的执行情况，同时能够观察任务执行过程中的资源使用情况。

4. 统一分析服务组件技术规范

1）数据接口服务组件

数据接口服务组件包括标准化接口服务和数据跨库查询服务，提供具备数据模型定义可配置、数据发布快速等特性的数据接口服务，用于解决数据对外缺乏统一标准化接口服务的问题，封装不同数据存储类型及计算需求，实现基于数据跨库查询服务的多查询、多表或视图联接合并机制，实现服务接口调用的标准化，便于业务应用系统中与统一分析服务间的标准化集成。该组件应具备如下功能。

- 数据存取服务：应支持多种类型的数据存取操作，包括分布式文件、列式数据库、分布式缓存和关系型数据库等。
- 数据计算服务：应提供大数据存储计算组件数据计算能力的统一接口服务，包括批量计算、内存计算、流计算和查询计算任务的发布、启停、监控等操作。
- 数据分析服务：为业务应用提供数据挖掘、多维分析、模型运行等标准化的数据分析功能。
- 跨库查询服务：应具备跨本地不同数据库联合查询功能，支持通过SQL方式或简单的拖曳操作，实现多个查询、多张表或视图联接或合并，为存储于不同组件中的数据提供关联查询服务。

2）数据挖掘组件

数据挖掘组件主要支持面向历史数据的挖掘和趋势预测，支持面向实时的判别和实时分析，支持面向未来的预测和模拟等场景应用。该组件应具备数据访问、数据预处理、数据挖掘算法、模型评估、模型部署应用等功能。

（1）数据访问。

应支持常用关系数据库的JDBC访问，包括MySQL、PostgreSQL、Oracle、Sybase IQ等；应支持对文本文件访问。

- 关系数据库访问：应提供数据库驱动的统一管理功能，应支持MySQL、PostgreSQL、Oracle、Sybase IQ等数据库驱动信息配置。数据库驱动信息包括名称、URL前缀、端口、Schema分隔符、Jar文件位置、驱动Class类。应提供数据库访问链接配置管理功能，应支持链接测试操作。数据库访问链接信息包括名称、数据库类型、Host IP、端口、数据库Schema、用户名、密码以及根据定义生成的URL链接。
- 文本文件访问：应提供固定分隔符的文本文件数据访问配置功能，包括文本文件访问基本信息配置、文本文件数据项定义配置、文本文件内容预览。

（2）数据预处理。

应提供数据清洗、数据转换、数据集成、数据计算、数据抽样、数据分隔等数据预处理手段，提高数据挖掘模式的质量，降低实际挖掘所需要的时间。

- 数据清洗：应支持对不合规数据的过滤，应提供数据类型检查、缺值处理、空值

域约束、记录去重等功能。

- 数据转换：应提供包括Case when、类型转换、数值区间化、规范化、归一化等数据转换方法。
- 数据集成：应提供包括Join、Append、Union等数据集成方法。
- 数据计算：应提供包括数学计算、group by统计、日期计算等数据计算方法。
- 数据抽样：应提供随机抽样与分层抽样两种抽样类型。
- 数据分割：应提供包括线性分割、分层分割、随机分割等分割方法。

（3）数据挖掘算法。

数据挖掘算法是根据业务数据应用需求创建数据挖掘模型的一组试探法和计算逻辑。为了创建模型，算法将首先分析提供的数据，并查找特定类型的模式和趋势，分析结果用于定义创建挖掘模型的最佳参数，这些参数应用于整个数据集，以便提取可行模式和详细统计信息。根据其挖掘结果模式的不同，数据挖掘算法可分为分类、聚类、回归、关联规则以及时间序列等类型。

- 分类算法：应提供包括Naive Bayes、决策树、神经网络、随机森林等常用的分类算法。
- 聚类算法：应提供包括K-Means、DBSCAN、K-Medoids等常用的聚类算法。
- 回归算法：应提供包括线性回归、逻辑回归、局部多项式线性回归等常用的回归算法。
- 关联规则算法：应提供FP-Growth关联规则算法。
- 时间序列算法：包括ARIMA、ISDTC、shapelets等常用的时间序列算法。

（4）模型评估。

同一个采样数据可以利用多种数据分析方法和模型进行分析，模型评估的目的是从这些模型中找出一个最好的模型。常用的评估方法包括准确率、分类错误率、kappa、平方根误差、绝对误差、相对误差、混淆矩阵等。

（5）模型部署应用。

模型部署应用包括分析模型的基本信息管理与发布运行等。

- 分析模型管理：应支持对分析模型定义的统一管理，应提供对分析模型的部署和调度，查看模型运行情况。
- 分析模型发布运行：应支持对分析模型的发布，并以Web Service、http等方法对外提供服务。

3）自助式分析组件

自助式分析组件主要应具备数据源管理、数据建模、可视化设计器功能。数据源管理实现了对各类数据源的维护；数据建模实现原始业务数据到自助式分析数据的转换；可视化设计器提供直观、易用的拖放式界面，能够通过选择主题相关的表及相应的图表、文字等展现形式，设置布局、样式等信息，对数据信息进行集中、动态、实时、交互展现。

（1）数据源管理。

数据源管理实现了对各类数据源的维护，分为数据源分类维护和数据源维护。

数据源分类维护以树形的方式对数据源分类信息进行维护，维护的信息包含分类名称、类别、排序等。

数据源维护是对相关数据源（Oracle、MySQL等关系型数据库，Hive、HBase等非关系型数据库等）进行配置和维护，并提供新增、删除、修改、测试链接等功能。

（2）数据建模。

数据建模实现对数据仓库数据按主题域、多维度进行建模，最终为数据分析、数据统计及数据挖掘提供数据支撑。

- 业务语义管理：将只能由开发人员看得懂的数据库模型语言转换为业务人员能看得懂的业务语言，通过数据模型抽取、字段映射、字段虚拟映射等方式实现业务语义的定义。提供了对物理表、字段等业务语义的新增、修改、删除功能。
- 多维数据模型管理：提供多维数据建模功能，管理对象包括对维度、度量、层次、级别和成员等。

（3）可视化设计器。

可视化设计器能够通过选择主题相关的表及相应的图表、文字等展现形式，设置布局、样式等信息，对数据信息进行集中、动态、实时、交互展现。

- 页面布局设置：支持标准布局（九宫格、田字形、工字形等）和自定义布局两种。
- 选择、拖放：通过控件列表选择控件并拖放至页面布局中。
- 页面样式设置：配置报表整体的样式，包括宽度、高度、背景颜色等属性。
- 导入：将已有的文件导入可视化设计器中。
- 导出：页面配置信息导出成文件（XML或者压缩文件）。
- 对齐：报表页面上的图表组件的对齐（左对齐、右对齐、居中、底部对齐、顶部对齐）。
- 图表切换：实现同源的数据有不同的展现形式并可以自由切换。
- 过滤器：对多个图表控件配置统一的过滤器，过滤条件可以组合控制图表的展现。
- 联动：配置两个或多个图表之间的联动，可以设置联动参数。
- 钻取：配置多个页面的钻取，可以设置钻取地址等信息。
- 数据导出：将图表控件的数据用Excel的方式导出。
- 数据查看：将图表控件的数据以表格的方式进行查看。
- 数据排序：将控件的数据集字段按照一定的次序进行排序，支持的排序有升序、降序、直接拖动、按字母列表、手动设置等方式。
- 控件属性设置：设置控件的属性（高度、宽度、字体大小、颜色、预警和告警颜色等），并能够实时预览修改结果。
- 页面集成：可以通过设置链接地址等信息将外部应用的页面集成至报表中。

- 计算字段：根据已有数据字段通过计算（加、减、乘、除）生成新的字段，供控件展现使用。
- 自定义函数操作：根据业务需要定义自定义函数，通过已有字段列表构建页面所需的函数，如求和函数SUM、统计函数COUNT、日期函数、逻辑函数等。
- 参数配置：可以配置报表的参数，如当前时间、前一天、上个月等公共参数。
- 页面预览：对配置完成的页面进行预览。
- 超链接：配置外部URL和页面查看方式（打开新窗口、在当前页面打开）。
- 维度设置：从维度管理中选择维度，可以构建维度的层次，设置维度之间的关联关系，支持多层次的钻取分析。
- 基础功能：对报表页面控件可以进行复制、剪切、粘贴等操作。

5.2.2 全业务统一数据中心分析域建设规范

全业务统一数据中心分析域建设实施工作是一项复杂的工程，涉及软件环境、数据和应用三大方面的内容，且密切关联。按照分析域建设试点经验，建设实施工作分为前期准备、需求分析、详细设计、落地实现、上线准备、上线运营六个阶段。

1. 分析域环境搭建

全业务统一数据中心分析域的环境搭建工作需结合分析域的技术规范要求开展。通过环境调研、容量估算分析、部署选型、部署测试、运行环境交付等阶段来进行实施，最终确定分析域的运行环境。

1）环境调研

该阶段由工作组组织协调，技术小组负责，数据小组及应用小组配合，完成运行环境调研工作。主要调研内容为源端业务系统接入范围、存量数据大小、年增量数据大小、月增量数据大小、存储类型等。

结合分析域运行技术规范，针对本公司进行分析域运行环境调研工作，主要从本单位目前业务数据总存储量、年增量、月增量以及业务分析场景技术要求，对分析域的软、硬件环境进行评估，围绕分析域的建设要求，进行分析域的业务需求调研。

2）容量估算分析

该阶段工作由技术小组组织协调，数据小组及应用小组配合，现场项目组完成环境调研工作。在此阶段任务的工作中，同时需要收集认证权限管理信息，设计测试场景，在环境部署完成后进行验证，确保最终环境的正常工作。

基于前期调研的工作信息，结合分析域总体的技术方案、业务应用规模等信息，按照业务应用现有的数据量、分析产生的中间数据量和结果数据量、业务应用规模等因素对资源进行充分的预估，对各种数据处理任务所需要的CPU资源、IO资源、存储资源等硬件资源进行估算，明确最终软硬件资源清单内容。

3）部署选型

由技术小组负责，结合容量分析的信息，按照技术规范要求进行软硬件环境的整体技术方案的设计，确认分析域机房环境的选择，制定物理部署架构及网络拓扑结构，依据分析域建设技术规范确认分析域的软硬件产品选型。物理部署架构涵盖网络、存储、计算节点等各方面的重要的软、硬件配置信息；网络拓扑架构需直观地反映整个网络中的节点、链路、设备等网络设备信息。

4）部署测试

根据硬件配置表，技术小组负责网络构建、上架安装、加电测试等工作。当硬件环境正常后，再按照软件配置表进行软件安装配置、安全加固和测试验证，并对测试中发现的问题进行修改和优化。

2. 结构化数据接入

结合公司全业务统一数据中心建设目标，以业务系统直接产生数据为源头，以覆盖公司三集五大综合业务为范围，梳理本单位业务系统接入范围，形成本单位核心业务系统清单。围绕清单调研业务系统数据接入范围，完成业务系统的业务数据的全量接入至缓冲区，为各类分析应用的实现提供完备的数据资源。

1）接入源端业务系统梳理

数据资源的梳理重点围绕源端业务系统数据资源信息、数据资源属性信息、数据接入技术信息开展分析和梳理，最终确定数据资源信息梳理模板，基于数据资源信息梳理模板开展各系统的梳理工作，明确数据资源的责任主体业务部门，协调业务系统运维单位，形成有效的数据资源手册，提高接入分析域的业务系统数据质量。

（1）源端业务系统接入清单梳理。

源端业务系统数据接入初始化工作由数据接入小组负责，源端业务系统建设运维厂商配合。按照全业务统一数据中心分析域建设要求，源端业务系统建设或运维厂商依据现场项目组源端业务系统接入清单模板填写接入源端业务系统信息，明确源接入系统部署级别及相关建设、运维厂商等信息。

（2）源端业务系统数据资源梳理。

源端业务系统数据接入初始化接入工作由数据接入小组负责，源端业务系统建设或运维厂商配合。数据接入小组收集业务系统原始数据资源信息，确定业务系统资源接入范围，包括系统部署方式、系统部署版本、数据表技术名、中文名、业务说明、表类型等信息。按照接入业务主数据、业务明细数据和具有管理或法律效力的统计数据的原则，确定业务系统应接入的范围。同时，收集数据接入技术信息清单，包括表容量大小、有无BLOB字段、主键信息、增量标识、数据更新频度等信息，用于指导具体开展数据同步时的技术方案选择。

对于部分业务系统表中的BLOB字段，需要按照技术规范要求将相关数据接入非结构化平台。

（3）源端业务系统数据库信息梳理。

源端业务系统建设运维厂商按照数据接入小组提供的源端业务系统接入数据模板，填写源端业务系统数据库运行情况，明确源端业务系统数据库运行的负荷、数据接入的高峰时段、数据库版本信息，为后续任务调度安排提供辅助支持。

2）源端业务系统数据接入初始化

由数据接入小组负责，源端业务系统建设或运维厂商配合。数据接入小组根据调研内容，明确数据接入的技术方案，对于一级部署系统，由公司根据省（市）需求情况，决定分发数据范围。根据结构化业务数据的接入频度，确定每一类型数据的接入方式，开展数据接入实施工作，并按照之前梳理出来的数据接入清单，完成数据初始化和数据同步任务的调度安排。

技术方案由工作组组织业务系统建设或运维厂商进行评审，评审接入后方可实施。同时，数据接入过程中，源端业务系统厂商配合数据接入实施工作，提供必要的支持。源端业务系统数据接入初始化工作，需要在分析域环境测试环境准备完成后，开展全面细致的测试工作后，方可在正式环境实施接入工作。

缓冲区表结构是按照业务系统一比一复制，对于国网统一推广功能不存在差异性的业务系统，由三家试点单位中的一家提供参考创建脚本，经过工作组审核后进行数据结构初始化。对于自建系统或者统一推广系统功能存在差异性的业务系统，由业务部门牵头组织进行功能差异化分析，科信部门配合，源端业务系统厂商提供数据结构初始化脚本。

（1）方案验证。

该阶段工作的重点是调研及确定数据接入涉及的详细信息，用以指导后续各阶段工作的开展方法与方向。

现场项目组综合数据特点、分析域平台组件、技术要求等内容，依据技术规范确定数据接入的技术方式。针对ERP系统的数据接入，则考虑ERP系统的数据表类型，如果是透明表，按照结构化业务数据接入即可。如果是簇表，可以将数据先抽取到BW，将ERP中的簇表先转换为BW中的透明表再输出，要是省（市）有部署SLT（ERP数据同步工具），则可以考虑使用。

（2）开发准备。

技术组进行开发前的准备工作，主要包括开发环境的准备、开发团队组建、开发手册的编写，初始化历史/归档数据、增量逻辑等信息明确到表级别，并宣布开发任务的排程与分配，指导开发人员工作，保障集成接口程序的规范性。

（3）开发与配置。

内容包含对缓冲区表机构创建、初始化和增量数据接入接口程序开发与配置。此部分内容需要参考技术规范明确，明确接口开发和配置的技术路线。

（4）测试联调。

数据联调是数据接入的最后工作，为保证数据的有效性以及完整性，分析域的实施、开发团队应联合业务系统技术人员与业务人员，针对联调方法、联调计划、联调分工等方

面进行深入的讨论，并编制数据联调方案，按照方案有序地开展联调工作。在联调期间发现的数据问题，及时处理，并做好备忘。

（5）数据加载。

数据小组开展数据加载工作，以执行初始化/增量接口程序为主，实现各个业务系统涉及的全业务维度数据归集到缓冲区。在数据抽取过程中，全程跟踪集成接口运行状态，完成技术、业务消缺任务。

3）初始化数据接入检查验证

数据接入完成后，数据小组对每个系统接入的数据进行检查，检查的目的是为了验证数据接入的准确性和技术方案的可行性，主要进行如下几方面的数据验证工作。

（1）核查是否所有需要接入的数据表均已接入。

（2）核查每个数据表的总条目数是否与源端业务系统对应数据表一致。

（3）抽查一部分数据表，检查数据内容是否准确，是否与源端一致，包括数据长度、精度要求、时间格式等内容。

（4）抽查部分数据表度量值字段的汇总值是否与源端条件匹配的汇总值一致。

4）增量数据接入

增量数据是在数据初始化之后产生的数据，持续增量数据的接入工作由现场数据小组负责；项目上线运营后，增量数据的接入交由运营团队负责依据数据接入规范开展数据接入。

5）一级部署系统数据接入流程

国网一级部署系统在原则上不直接对省（市）进行数据分发，各省（市）如果有数据需求，可以通过国网一级部署系统数据接入流程，申请所需数据，待总部审批完成后，通过相关技术手段进行数据分发。

3. 非结构化数据接入

非结构化数据目前存储在非结构化平台中，需要将相关的非结构化整体接入到全业务统一数据中心分析域。

1）接入源数据梳理

全业务统一数据中心分析域非结构化数据接入包含存量和增量数据接入工作，现场数据接入小组依据非结构化数接入调研内容梳理结果，形成非结构化数据接入清单。数据清单根据格式的不同可以分为系统日志、数据交换文件、照片、视频等内容。对于不同数据格式的内容，数据接入非结构化平台的技术路线不同，各省（市）依据技术规范进行非结构化数据的接入。

2）非结构化接入组件部署

非结构化数据接入分析域，通过从当前的非结构化管理平台中抽取非结构化数据并存入分析域，然而要实现这个目标的同时又不能不影响各个平台的正常使用，因此需要各现场部署国网非结构化平台数据接入组件，该组件的职能就是访问非结构化管理平台，抽取

文件，存入分析域。

根据前期梳理的数据接入范围、接入技术方式等，数据小组牵头，技术小组及源端业务系统建设厂商配合，技术组开展非结构化平台数据接入组件安装、配置、调试工作。部署相应的分析域数据接入组件，确保分析域数据接入组件能够正常访问非结构化平台，并调试成功。

数据小组梳理历史数据的存放方式、数据量、数据的时间跨度，并对历史数据进行质量分析，编写历史数据迁移策略，组织迁移策略评审，确保方案可行性。现场项目组利用分析域非结构化历史数据迁移组件，设置数据接入规则，将非结构化数据接入到全业务统一数据中心分析域，并利用质量检查工具或编写检查程序进行数据校验，保证数据准确性、完整性。

4. 实时量测数据接入

为了推动全业务统一数据中心分析域建设，对海量平台各组件以及数据进行改造迁移，实现基于大数据技术的量测数据快速接入、合理存储、高速访问、统一共享，实现基于海量平台的数据迁移。

接入源端业务系统梳理工作由数据小组牵头，源端业务系统厂商配合，结合全业务统一数据中心分析域建设目标以及采集监测类数据接入的实际情况，现场项目组分别梳理系统数据的接入类型、数据量、接入特点，分析现有技术路线，明确接口改造功能点与数据接入范围。

将需要接入的实时量测数据进行梳理分析，形成实时量测数据接入清单，包括系统名称、数据项、接入方式（FTP/TCP报文/E文件/UAPI/中间库/直接访问生产库/ETL/OGG）、主动/被动（主动指业务系统送数据，被动指实时接口组件拉数据）、数据类型（短文本/长文本/数值/数值+文本）、数据产生频率、数据接入频率等。

5. 数据接入组件改造及部署

考虑实时量测数据涉及的部门多、建设厂商众多、数据接入方式与数据质量处理规则千差万别等现状，如果已经接入海量数据库，通过改造海量平台接入组件实现“一发双收”，将数据同时接入一份到全业务统一数据中心分析域，极大地减小数据源侧的工作量，数据不全的基于接入组件补全数据。未接入海量平台的实时量测数据类系统参照海量平台接入组件新建接入接口实现数据接入。

1）实时量测数据存储

采集监测数据量大，数据有其固定格式，查询模式以批量查询与断面查询为主。在数据读写方面，写入方面要求很高的吞吐量，数据读取方面强调低时延。为满足这些存储需求，数据存储方面在设计上需要有其缓存机制，提高访问效率，其次系统要具备良好的高可扩展性应对数据的不断增长。

对于分布式列式数据库中数据存储模型设计，需要结合应用场景进行设计。比如，批

量查询的业务场景可以选择以测点编号+时间戳前缀为Rowkey，列族为t，以时间戳后缀为列，以量测值为列对应的值。这里需要指出的是，当前的分布式列式数据库中存储模型的设计方法都在假设业务查询场景存在“二八”现象，即认为业务应用要么以批量查询为主，要么以断面查询为主。因此如果遇到一些实际业务应用，其中批量查询与断面查询都很频繁的话，存储模型的设计需重新调整。

由数据小组牵头，应用小组配合，梳理各类量测数据的使用场景，现场项目组对使用场景进行综合分析，针对时效性要求高、具有断面访问等特点，设计合理的存储模型，以支撑采集监测数据的高效查询与快速存储，并形成相应的存储模型设计文档（数据存储模型设计原则、步骤详见《国家电网有限公司全业务统一分析域数据分析域技术规范》）。数据小组组织模型方案评审工作，并验证模型方案可行性，满足应用场景要求。

现场项目组根据存储模型，完成相关物理结构的创建，并进行测试和性能优化，定义数据访问方法和权限。

2）源端业务系统数据接入

现场项目组根据前期调研内容，明确数据接入的技术方案。技术方案由数据小组组织源端业务系统建设或运维厂商等技术人员进行评审。现场项目组完成方案验证、开发配置、测试联调、数据加载等工作。

数据处理按照管道过滤器的方式进行，数据在各个管道中进行流转，每一个处理过程为一个线程任务，所有的过程以流水线的方式串联起来形成完整的处理过程。每一个过滤器均为一个处理单元，设置为一个处理规则，最终将数据处理成目标格式或计算结果。

3）数据加载异常处理

现场项目组在数据接入组件配置、接入规则配置完成后，需要整理数据接入异常处理手册。异常处理手册应该涵盖数据加载失败、数据缺失、数据接入任务停止等告警情况的处理办法。

实时量测数据接入出现告警时，接入组件通过邮件等方式通知相关负责人或技术人员。现场实施或运维人员应及时查看分析系统告警日志，根据异常处理手册做相应的应急处理，并完善数据接入规则或优化数据接入组件。

4）数据接入检查验证

数据接入完成后，现场项目组对每个系统接入的数据进行检查，检查的目的是为了验证数据接入的完整性、准确性和技术方案的可行性，主要进行如下几方面的数据验证工作。

（1）核查是否所有需要接入的数据表均已接入。

（2）核查每个数据表的总条目数是否与源端业务系统对应数据表一致。

（3）抽查一部分数据表，检查数据内容是否准确，是否与源端一致。

该阶段工作由数据小组牵头，现场项目组完成数据接入检查验证工作。

5）历史数据接入

现场项目组梳理历史数据的存放方式、数据量、数据的时间跨度，并对历史数据进行

质量分析，编写历史数据迁移策略，数据小组组织迁移策略评审，确保方案可行。现场项目组利用分析域实时量测数据历史数据迁移组件，设置数据接入规则，实现量测数据接入到全业务统一数据中心分析域，并利用质量检查工具或编写检查程序进行数据校验，保证数据的准确性和完整性。

6）数据仓库建设

数据仓库是将源端业务系统中分散、不一致的数据，按照统一数据模型主题域重新组织，并通过数据抽取、清洗转换、汇总和整理等手段，消除源数据中的不一致性，以保证数据仓库内的信息是关于整个企业的一致的全局信息。

模型按照数据的颗粒度分为二层模型：数据仓库明细层和轻度汇总层。数据仓库明细层保存全业务、全量、明细历史数据，数据将随着业务数据的变化而变化。明细层以缓冲区数据为来源，从业务上初步实现物理分散的表合并和编码归一。明细层的定位为数据仓库基础数据，能够为日后溯源及反向核查提供依据。数据仓库轻度汇总层是由业务驱动，基于数据仓库明细层统一规划，通过对数据的重新组织规划，实现跨域共用数据的合并，从而为业务应用提供数据支撑。

数据小组负责完成数仓模型差异分析及完善、数据模型验证、数据仓库模型落地与清洗转换工作，其中数据专家进行牵头，业务专家进行配合。

7）数仓模型差异分析及完善

实施过程中，各省（市）数据小组需要结合本单位业务实际情况，参考试点单位明细层和轻度汇总层成果进行差异化分析，记录差异结果并遵从SG-CIM 3.0设计标准进行落地验证，确保实际物理模型的落地。

8）数据模型验证

数据符合度，通过梳理出验证场景的数据实体清单，将业务数据实体与数据模型或者数据仓库模型进行映射，验证业务数据信息是否全覆盖。

业务符合度，通过梳理出验证场景的业务活动、业务流程信息，验证数据模型或者数据仓库模型对业务的表述是否符合业务。

9）数据仓库模型落地

物理模型设计是将逻辑数据模型转换为物理数据模型的过程，包括数据类型、数据格式的定义，表结构的定义，索引的定义，数据约束的定义等。同时根据物理模型，建立物理数据库，并进行测试和性能优化，形成相应的设计文档，定义数据访问方法和权限。主要工作内容如下。

（1）为了保证分析域数据仓库中表、字段命名的规则和一致性，在设计逻辑数据模型时，并没有同时对物理数据库表及字段命名进行全面规范，而是需要通过数据资源信息梳理结果进行完善和补充，形成物理数据库的表及字段命名。

（2）物理数据模型（PDM）设计：设计实际的PDM，包括一些降范式处理、拆表处理、物理表字段类型的定义、PI的确定等，物理数据模型设计完成后，就可以直接生成DDL，并在分析域中建立物理表。

（3）编制数据映射文档：建立从源表到分析域中目标表的映射关系，后面会根据这份映射文档形成ETL脚本或提供给其他数据抽取工具进行参考。

（4）规划数据库结构、参数、空间分配及用户设立：结合技术方案要求，对数据库结构、数据库空间进行规划，确定数据库用户分类、用户设立有权限设定。

（5）依据总体架构设计，结合需求部署实施相应数据存储模型，包括结构化数据仓库存储模型、实时数据存储模型、外部接入数据存储模型。

10）清洗与转换

数据的清洗与转换主要在数据仓库轻度汇总层完成。数据仓库区的轻度汇总层基于明细层统一规划，将源端业务系统中分散、不一致的数据，按照主题域重新组织，并通过数据抽取、清理转化、汇总和整理等手段，消除源数据中的不一致性，以保证数据仓库内的信息是关于整个企业一致的全局信息，目的在于通过数据的重新组织规划，提升效率，减少系统资源开销，对常规数据转换统一管理、调度，避免多个应用同时基于明细层据组织数据形成高并发。

（1）数据清洗。

根据统一的数据仓库模型和业务逻辑需求，基于分析域提供清洗规则配置及规则解析处理，实现数据补缺、数据替换、格式规范化、主外键约束等应用功能。

- 数据补缺：对空数据、缺失数据进行数据补缺操作，无法处理的做标记。
- 数据替换：对无效数据进行数据的替换。
- 格式规范化：将源数据抽取的数据格式转换成为便于进入仓库处理的目标数据格式。
- 主外键约束：通过建立主外键约束，对非法数据进行数据替换或导出到错误文件重新处理。

（2）数据转换。

数据转换主要是进行不一致的数据转换、数据粒度的转换和一些业务规则的计算。基于分析域提供转换规则配置及规则解析处理，实现空值处理、规范化数据格式、数据拆分、数据验证、数据替换等应用功能。

- 空值处理：可捕获字段空值，进行加载或替换为其他含义数据，并可根据字段空值实现分流加载到不同目标库。
- 规范化数据格式：可实现字段格式约束定义，对于数据源中时间、数值、字符等数据，可自定义加载格式。
- 数据拆分：依据业务需求对字段可进行分解。
- 数据验证：可利用Lookup及拆分功能进行数据验证。
- 数据替换：对于业务因素，可实现无效数据、缺失数据的替换。

（3）数据清洗转换检查验证。

当数据清洗转换完成后，清洗转换实施人员对每个清洗、转换数据进行检查，检查的目的是为了验证数据清洗转换的准确性、完整性和技术方案的可行性，主要进行如下几方面的数据验证工作。

- 核查是否所有需要清洗转换的数据表均已清洗转换。
- 核查每个数据表的总条目数是否与源端对应数据表一致。
- 抽查部分数据表度量值字段的汇总值是否与源端条件匹配的汇总值一致。
- 运维及异常处理。

基于业务需求，确定数据清洗转换日常任务的调度机制，完成对异常状况的处理，保障数据清洗转换工作的正常进行。

6. 应用场景构建

应用场景构建从总部组织规划和省（市）个性开发两个层面开展，全网共性应用由总部统一组织协调，总部运检部、营销部、财务部等业务部门提出围绕设备、客户等视图的全网性大数据分析应用，各省（市）公司业务部门配合，总部科信部门提供支撑，确定全网共性应用场景。总部科信部门组织建设厂商开展数据准备、开发测试等工作，然后在各省（市）公司统一组织部署上线、用户培训等。

省（市）个性应用由实施省（市）的应用小组提出需求，并由应用小组主导，数据小组和技术小组配合，交由应用构建项目组基于全业务统一数据中心分析域落地。各推广单位进行应用场景构建的过程中，如果涉及总部一级部署系统数据需求，按照一级部署系统数据接入流程进行数据申请。

应用构建方法主要包含业务分析与设计、数据准备、系统配置开发及测试、上线部署和功能优化。

业务分析与设计包括以下几方面。

1）业务需求调研与分析

开展业务需求调研，了解用户业务流程现状及需求，并对其合理性进行分析，形成业务调研报告，明确业务场景建设的目标及范围，为业务场景设计做准备。

2）业务场景设计

基于业务调研报告，形成业务场景设计的说明书，明确业务分析视角及相关规则，同时明确业务场景的展现形式，如传统报表类、指标预警类、明细查询类、基于GIS地图分析类、VR虚拟仿真类、图像分析类、语音分析类、图文检索类等。

3）数据需求设计

基于业务场景设计说明书，对展示内容、规则及样式进行综合分析，梳理数据需求表，并提交给数据组，由数据组评估目前数据仓库的数据满足程度，同时制定数据质量要求。

4）场景验证与评估

基于样本数据及快速分析工具对业务场景内容涉及的规则、场景样式进行功能验证与评估，确保业务场景建成后符合业务管理需求。

7. 数据准备

1）数据溯源

基于业务场景的数据需求表，分析已接入全业务统一数据中心分析域的数据是否满足场景分析要求。如满足，则只需申请业务数据提供部门授权数据使用即可；如不满足，则将需新增的数据接入通过数据小组、业务数据提供部门进行数据接入全业务统一数据中心流程流转。

2）数据处理

数据处理主要基于标准化工具进行数据汇总及计算，形成数据分析支撑表等。

3）数据质量核查

结合数据质量要求，建立核查机制，定期出具数据质量分析报告或整改报告。

8. 系统配置开发及测试

1）分析模型构建与评估

业务部门充分参与，从解决业务问题的角度提出需求，并提出业务目标，如模型的准确性、模型最终形成的结果等。依据前期业务需求分析及场景设计的内容，梳理出需要运用大数据及数据挖掘算法的业务需求点，开展分析建模所需的算法和技术选择及模型结果评估等工作，使其达到预期目标，如模型的预测精确度、分类正确性及误判率、模型结果的分析报告。

2）应用场景页面配置

基于业务场景设计成果，结合场景展示需求及技术可行性，进行应用场景的多样式配置，实现分析模型数据的前端多元展示。

3）应用场景功能测试

在完成数据准备、分析模型构建及页面配置后，进行综合性功能测试，确保应用场景满足功能性需求及非功能性需求。

9. 上线部署

1）编写用户手册

基于建成的业务分析场景，编制最终用户使用手册。

2）用户培训

基于用户手册，对业务场景对口部门的领导及最终用户进行培训，确保用户可独立使用建成的业务场景。

10. 功能优化

1）日常维护策略

建立常态化业务场景运维机制，明确维护主体，建立日常维护机制，涉及系统稳定运

行、数据质量过关等工作，对后续业务部门反馈的场景问题能得到快速解决。

2）使用效果评估

用户在使用过程中可对业务场景进行评估，结合提出的优化建议和存在的问题，持续进行场景的功能优化。

5.2.3 全业务统一数据中心分析域应用规范

公司全业务统一数据中心分析域应用规范包括数据接入、数据共享、应用构建、数据质量、数据安全、数据维护、检查评价等内容。

1. 管理流程规范

1）数据接入

（1）分析域数据接入管理包括数据模型管理、两级数据交换管理。

（2）为保证分析域数据模型的规范性和一致性，分析域数据模型应遵循企业信息模型SG-CIM 3.0标准。

（3）两级数据交换遵循《国家电网有限公司统一数据交换平台技术规范》。

2）数据接入要求

业务系统数据接入的过程中，应遵循以下要求。

（1）运维单位依据分析域数据需求，核查现有数据资源情况，组织制定接入方案，方案中应包含数据接入内容、数据类型、数据频度、接入数据量、技术路线、数据来源等。

（2）由信息化职能管理部门组织对数据接入方案进行审查。

（3）数据接入方案审查通过后，由运维单位组织完成相关业务系统数据接入工作。

2. 数据共享

1）共享原则

数据共享遵循“一次共享、多次使用”原则。各级业务部门形成的业务数据原则上应予共享，涉及公司敏感数据的，数据提供部门和使用部门应遵守公司相关保密制度和规范。

2）共享分类

数据按照共享程度由数据提供部门进行分类，分为无条件共享类数据、有条件共享类数据和不予共享类数据。

（1）无条件共享类数据：可供所有部门无条件共享使用，无须提供审核的数据。

（2）有条件共享类数据：可提供给指定部门共享使用，并且申请数据需要通过审核的数据。

（3）不予共享类数据：不宜提供给其他部门共享使用，或按照法律、法规、规章规

定不能共享，或未经脱密、脱敏处理不能共享的数据。

3. 共享发布

数据提供部门按照部门职责对共享数据进行分类，向数据管理部门提交共享数据目录信息备案。数据管理部门发布共享数据目录并组织更新。

4. 共享职责

（1）数据提供部门：按照“谁提供、谁负责”原则，负责数据质量核查工作。

（2）数据使用部门：按照“谁使用，谁负责”原则，负责数据的合规使用，不得直接或以改变数据形式等方式提供给第三方，也不得用于或变相用于其他目的。

（3）数据管理部门：负责建立共享管理机制和共享工作评价机制，负责对数据共享过程中的身份鉴权管理，确保共享安全。

5. 共享申请

1）有条件共享类数据

数据使用部门使用有条件共享类数据前，需向数据提供部门提出申请，填写数据共享使用申请表；数据提供部门审核共享需求，确定使用对象、所需数据项、共享时效、共享模式等要素，并经信息化职能管理部门进行审核；审核完成后，数据提供部门确保按需发布共享。

2）不予共享类数据

数据使用部门对不予共享类数据有共享使用需求的，应向数据提供部门提出申请，填写数据共享变更表。数据提供部门收到申请后，会同数据保密部门组织论证和审核。经审核，对可共享的数据由数据提供部门将数据共享类别变更为有条件共享类数据，执行有条件共享类数据申请。

3）完全共享类数据

数据使用部门对完全共享类数据有共享使用需求的，应向数据管理部门提出申请，填写数据共享使用申请表。数据管理部门收到申请后，组织开展技术审核，并按需发布共享。

6. 应用构建

（1）分析应用构建管理分为应用场景需求分析、数据准备、模型构建与评估、配置部署、成果发布、运维管理、后评估以及停用申请。

（2）各业务部门负责提出数据分析应用需求，组织业务现状调研，明确数据分析应用目标、工作内容及范围等，编制《业务应用场景建设方案》，并填写数据共享使用申请表。

（3）数据使用部门向数据提供部门和数据管理部门提出数据申请，审批通过后，由

数据管理部门授权开放相应的数据访问权限。

（4）应用场景由数据使用部门主导，数据管理部门配合，按照分析应用的目标，基于统一的建模要求和分析方法，完成模型构建与评估工作。

（5）数据使用部门负责组织开展应用场景内容设计，信息化职能管理部门协同数据使用部门完成应用场景的配置与部署。

（6）数据使用部门对建设成果进行确认后，与数据管理部门联合开展分析应用成果发布，并提交运行维护相关资料。

（7）运维单位负责建立应用场景常态化运维机制，制定日常维护策略，形成应用场景运维手册，开展应用场景数据、模型、展现等内容的维护。

（8）数据管理部门统一制定分析应用成效评估规则，建立后评估机制，联同需求方定期开展后评估工作。

（9）数据使用部门在确定停用该应用场景时，应制定场景停用方案，明确场景应用、数据备份、迁移等具体要求，并向数据管理部门提交《应用场景停用申请》，由数据管理部门负责完成应用场景停用的相关工作。

7. 数据质量

（1）数据质量管理贯穿于分析域数据接入及共享过程，旨在提升公司数据的完整性和准确性。

（2）数据提供部门应制定数据质量检查规则及考核标准，促进数据质量提升。

（3）数据使用部门在使用分析域数据的过程中，发现数据不完整或不准确时，应及时反馈至数据管理部门，由数据管理部门联系数据提供部门核查更正。

（4）数据管理部门应定期对数据质量管控进行监督与评价，编制数据质量统计报告或评估报告，并发布给数据提供部门，由数据提供部门完成数据质量问题的整改。

8. 数据安全

（1）信息化职能管理部门应按照公司信息安全和保密管理相关规定，制定分析域信息安全防护策略和信息安全运行制度。

（2）在数据接入过程中，运维单位对分析域的数据进行完整性验证、加密及其他保护措施，以防止数据丢失、篡改或泄露。

（3）运维单位应按照《国家电网有限公司信息系统业务授权许可使用管理办法》，确保数据使用合规，共享安全。

（4）数据使用部门应做好数据使用人员的安全培训和保密教育，并签署保密协议；不得擅自将分析域的数据进行复制、对外公布。

9. 数据维护

（1）运维单位应遵循信息系统运维管理及数据维护相关规范要求，做好分析域日常

监控和维护、数据异常监测、日常数据备份及恢复、日常问题处理、业务数据源变更管理等方面工作。

（2）运维单位应全面盘清分析域数据，完成数据台账的新增或变更维护。

（3）运维单位负责分析域相关标准规范的执行，提升公共信息模型SG-CIM 3.0标准的遵从与应用能力。

（4）运维单位应积极培养数据管理与运维人员，不断提升分析域数据专业化管理和运维水平。

（5）运维单位应定期巡查分析域运行状态，建立巡查日志。

（6）运维单位统一受理运行中发生的问题（故障）工单，及时分发，跟踪追查，实现问题的闭环管理。

10. 应用开发规范

1）数据接入

数据接入包括结构化数据接入、非结构化数据接入、采集监控数据接入、外部数据接入。

（1）结构化数据接入。

按照配置抽取数据源、接入目标、抽取规则、并行度、字段对应规则等属性，将关系数据库的数据抽取到分布式存储中。

增量数据捕获，通过对源数据库在线日志或归档日志的解析，获取数据的增量变化，再将日志解析到目标数据库，实现源数据库与目标数据库同步。

（2）非结构化数据接入。

通过文件数据采集，实现海量系统日志、数据交换文件、照片、视频等格式数据的采集。

（3）采集监控数据接入。

以发布订阅消息的模式实现业务应用系统数据的实时接入，利用大数据平台提供统一的分布式实时消息队列，实时接收业务应用系统发送的业务数据，实现采集监控实时数据的接入。

（4）国网外部数据接入。

通过大数据平台提供的专用API接口、FTP接口、Web Service接口等方式，通过批量导入、实时写入、准实时写入等方式实现外部数据接入。

（5）数据通过数据接入工具，从数据源贴源抽取到缓冲区，并在缓冲区至数据仓库的之间进行清洗、转换。

（6）数据接入过程，通过数据监控工具进行全方位监控和全天候实时预警，及时发现并处理数据传输问题。

2）数据共享

（1）通过应用管理设定数据共享的范围，包括文件目录、数据表、数据字段等，并

以API、JDBC接口、服务接口等方式实现数据共享。

（2）数据共享应提供数据共享（使用）方的身份标识设置、身份认证、数据的共享权限设置、数据共享鉴权等安全控制功能。

3）应用构建

通过国网大数据平台实时计算、离线计算、查询计算、国网自助式分析工具等，结合MPP数据库优势，构建分析应用。

（1）实时计算。

将一定时间窗口内应用系统产生的流动数据不进行持久化存储，直接导入内存进行实时计算，从流动的无序的数据中获取有价值的信息输出，对动态产生的数据进行实时计算并反馈结果。应用应根据业务需求，按照大数据平台实时计算开发接口，自定义开发业务处理逻辑。

构建完整实时计算程序分为4步：一是以大数据平台实时消息队列接入作为数据源输入；二是按照发送的消息内容、解析消息进行业务逻辑处理实现，将处理结果写入大数据平台存储或者推送到业务系统；三是配置实时计算程序运行的拓扑，即数据输入、处理节点的流转关系；四是将流计算应用发布到国网大数据平台运行，并在线监控任务的运行状态。

（2）离线计算。

解决离线数据并行处理问题，提高离线数据处理的效率。

构建完整离线计算程序分为4步：一是以平台分布式文件存储作为数据源输入；二是对输入数据进行以Map、Reduce为主的处理，将处理结果写入平台分布式文件中；三是配置离线计算任务的驱动，包括数据输入输出格式、任务并行数等；四是将离线计算应用发布到国网大数据平台运行，并在线监控任务的运行状态。

（3）查询计算。

实现通过SQL查询存储在大数据平台的结构化数据。在应用开发过程中，业务应用数据通过关系数据接入功能抽取到平台分布式数据仓库中。业务应用开发通过JDBC方式获取分布式数据仓库的访问链接，编写SQL进行数据处理操作。应用开发中的SQL语句需符合SQL 92 ANSI/ISO标准，需使用常用标准字符集，如GBK、UTF8等。

（4）国网自助式分析工具。

分析应用宜采用敏捷开发技术，利用国网自助式分析工具、Tableau或者自主研发等方式进行构建。分析应用形成的应用场景应发布到数字国网中。

分析域应用需采用国际化标准接口与MPP数据库接入，包括C API、ODBC、JDBC、ADO.NET。合理使用MPP数据库SQL语句，针对MPP数据库数据列式存储、压缩以及索引的特点，合理使用SQL语句，发挥MPP数据库最大的性能。

使用自助式分析工具应注意以下事项。

- 避免全列扫描，要合理利用列式存储特性。
- 尽量使用本地化运算，发挥本地存储优势。

- 合理配置负载均衡，避免任务集中在单一节点。
- 合理使用批量处理方式，减少频繁的DML操作。
- 避免全表扫描，合理利用MPP数据库索引。

4）安全防护

（1）身份识别。

通过用户名和加密的口令验证用户身份的合法性，并进行标记和分类。

（2）权限控制。

用户绑定不同的角色，而每个角色可定义资源访问的权限以及资源禁止访问的权限，授权粒度控制到具体的角色，禁止越权访问资源。限制对数据批量查询和数据导出操作授权。

（3）数据脱敏与加密。

采用匿名算法、差分算法等数据脱敏技术及时发现并处理数据存储中的敏感数据和隐私数据。使用加密算法及数据校验码保证数据接入、存储及共享等过程数据不被篡改。

（4）审计管理。

对用户登录、退出，涉及敏感数据的增、删、改、查进行日志记录，确保操作行为可追踪。

具备数据授权许可访问监督功能，记录数据访问操作全过程，并对绕行访问、异常登录等行为进行告警。

日志记录独立存储，确保无法删除、修改或覆盖审计日志。

提供关键数据异常告警功能。

5）检查评价

（1）国网信通部定期组织开展对各省（市）公司分析域数据接入、共享管理及应用构建的检查，对分析域应用情况定期通报，促进分析域建设、运行、应用管理水平的持续提升。

（2）各省（市）公司应常态化开展分析域数据接入、数据共享、构建应用等全过程的自查，并结合国网总部检查评价结果，落实问题整改。

（3）各省（市）公司应从数据完整性、数据加密与保护、数据安全接入、数据备份与恢复、数据访问权限与控制等方面，开展常态化的安全专项检查和评价。

（4）在分析域数据接入方面，总部运监中心对各省（市）公司的有效接入的业务系统数量、接入规范性及接入的数据质量进行分阶段的考核评价。

（5）在分析域数据共享方面，总部运监中心根据数据的类型和不同属性，开展有针对性的常态化检查和评价，不断推进各省（市）公司的数据治理工作，提升数据质量水平。

（6）在分析域数据维护方面，各省（市）公司应对本地化的运维文档质量、故障处理及时性、运维人员的技能水平、系统可用率等方面开展常态化的检查评价。

（7）在分析域应用构建方面，各省（市）公司应同时遵从国网信通部信息化建设实

施管理相关规范开展实施工作，国网信通部对实施过程中的进度和质量进行检查评价。

5.3 全业务统一数据中心工程设计及案例分析

本节主要介绍统一数据模型与主数据管理体系设计、全业务统一数据中心技术方案设计、全业务统一数据分中心建设项目实施。

5.3.1 统一数据模型与主数据管理体系设计

1. 目标及原则

依据公司全业务统一数据中心建设方案，开展公司统一数据模型（SG-CIM 3.0）和企业级主数据管理体系设计工作，完成核心业务数据模型、企业数据仓库模型以及典型应用集成接口规范设计，完成主数据管理对象梳理和保障机制优化设计。

1）统一数据模型设计

结合“十三五”业务应用顶层设计，基于公司现有统一数据模型与IEC61968/61970等标准，扩展完善人员组织、财务、物资、项目、电网、资产、客户等核心业务数据模型设计，完成企业数据仓库模型与典型应用集成接口规范设计，统一发布SG-CIM 3.0，进一步指导业务系统建设和数据分析应用。

2）企业级主数据管理体系设计

围绕组织机构、会计科目、资产、物料、供应商、项目、设备、客户等反映企业核心资源的业务对象及共享信息，全面梳理分析公司各应用系统，形成公司企业级主数据对象清单，完成每类主数据管理、运行和维护机制设计，优化主数据管理系统设计。

2. 设计内容及实施方法

1）数据管理域建设，统一数据模型完善设计

结合“十三五”业务应用顶层设计，基于公司现有统一数据模型（SG-CIM 2.0）和IEC61968/61970等标准，扩展完善人员组织、财务、物资、项目、电网、资产、客户等核心业务数据模型设计，完成企业数据仓库模型与典型应用集成接口规范设计，发布SG-CIM 3.0，进一步指导业务系统建设和数据分析应用。

2）深化核心业务主数据应用，主数据优化设计

围绕组织机构、会计科目、资产、物料、供应商、项目、设备、客户等反映企业核心资源的业务对象及共享信息，全面梳理分析各业务应用系统，建立公司企业级主数据管理对象清单，完成每类主数据管理、运行和维护机制设计，优化主数据管理系统设计。

3）数据分析域建设，数据抽取与清洗

（1）数据抽取与清洗。

将全业务数据从业务系统抽取到数据分析域，开展清洗转换，初步具备全业务数据探索和加工分析基础。

（2）数据字典梳理。

组织收集整理业务系统相关设计文档（含数据字典和功能点清单），编制数据字典应用场景，形成数据资源手册并结合实际数据进行验证。

（3）数据核查组织编制核查规则。

从明细数据中批量筛查垃圾数据、数据缺项、数据不符合标准等问题，由信通部和业务部门在源端整改。

4）构建统一分析服务，统一分析服务试点验证

基于大数据平台设计研发统一数据分析服务，包括数据计算、挖掘算法和数据访问等接口。每个单位基于统一分析服务完成2～3个大数据应用设计开发与上线运行。

5）实时采集类、分析决策类相关应用迁移

（1）同期线损应用迁移改造试点。

完成大数据平台支撑同期线损的存储模型设计，基于大数据平台存储和计算组件完成同期线损升级改造，实现同期线损应用基于大数据平台运行。

（2）配电网资产运行效率监测与分析应用迁移改造试点。

完成大数据平台支撑配电网资产运行效率监测与分析的存储模型设计，基于大数据平台存储和计算组件完成配电网资产运行效率监测与分析升级改造，实现配电网资产运行效率监测与分析应用基于大数据平台运行。

（3）用电信息采集系统优化升级。

基于大数据平台，优化用采系统架构，实现采集数据海量存储、快速离线分析与实时处理，实现通过大数据平台统一对外提供用采数据服务，满足越来越高的数据实时发布与价值挖掘需求。

（4）输变电状态监测系统优化升级。

基于大数据平台，实现输变电状态监测信息的采集和在线处理，为输变电设备状态监测提供灵活可扩展的数据存储和离线分析能力，实现通过大数据平台统一对外提供输变电设备状态采集数据服务。

6）数据处理域建设，构建统一访问服务

设计研发统一数据访问服务，每个单位完成1～2个系统统一数据访问试点验证，设计一个场景进行分布式数据查询验证。

7）分业务主线持续推进业务集成

（1）业务集成典型设计。

围绕资产全寿命、能量全过程、客户全方面、人财物集约化、企业全面风险5条业务主线，开展业务集成典型设计。

（2）物资、设备、资产三码联动业务集成改造。

基于统一数据模型和企业级主数据，完成“物资、设备、资产”强联动机制设计，完成物资、设备、资产三码联动业务集成改造试点验证。

8）业务系统归并整合

业务处理数据库专项设计 结合一体化业务应用顶层设计和各专业信息化顶层设计，完成统一业务数据库设计工作，明确业务系统整合归并技术方案与演进路线。

5.3.2 全业务统一数据中心技术方案设计

1. 现状分析及建设目标

1）现状分析

随着公司各业务条线信息系统建设和应用的不断深入，出现了跨专业业务协同与信息共享不足、数据多头输入、数据准确性和实时性不强、数据反复抽取、冗余存储、质量不高等问题。同时，加快构建全球能源互联网和全面建成“一强三优”现代公司的目标，对全业务协同、全流程贯通提出了更高要求，深入挖掘数据价值、用数据管理企业、用信息驱动业务的需求更为迫切。

数据是信息化的核心，建设全业务统一数据中心是源端全业务融合、后端大数据分析的必然选择，对建设信息化企业具有重要意义。同时，大数据、云计算等新技术日趋成熟，为全业务统一数据中心的建设提供了技术保障。

2）建设目标

到“十三五”末，建成“数据干净透明、模型规范统一、分析灵活智能”的全业务统一数据中心，面向全业务范围、全数据类型、全时间维度数据提供统一的存储、管理与服务，实现业务高度融合、数据充分共享。

（1）模型规范统一。

通过强化统一数据模型与企业级主数据的全面应用与管控，实现公司业务数据在语法与语义上的统一，保证数据的一致性与可用性。

（2）数据干净透明。

通过改善业务集成，消除数据冗余，归并整合业务系统，实现源端数据逻辑统一、分布合理、干净透明。

（3）分析灵活智能。

通过全业务数据抽取、清洗和转换，构建统一数据分析服务，实现跨专业数据的高效计算、智能分析和深度挖掘。

2. 总体架构

全业务统一数据中心是公司现有数据中心的进一步发展和完善，主要包括数据处理

域、数据分析域和数据管理域三部分。数据处理域是公司生产经营管理过程中各类业务数据存储、处理、融合的中心，主要支撑业务处理类应用，是推进业务流程贯通和数据共享，保障数据质量的关键，提升数据应用水平的基础。数据分析域是公司各类数据清洗转换、汇聚整合的中心，主要支撑采集监测类和分析决策类应用，是挖掘数据资源价值，提升数据应用水平的核心。数据管理域是公司数据模型管控、主数据应用的中心，是实现数据规范、安全、正确的关键和保障。以上三部分紧密结合，互相促进，是一个有机的整体。

为实现全业务统一数据中心逻辑上一套数据，结合业务特性、应用现状和实际需求，对部分数据可采用“一发双收”的技术路线。公司业务数据主要包括结构化、非结构化和采集监测三类。对于结构化数据，结合业务特性和应用现状必要时通过“一发双收”，同步写入数据处理域和数据分析域，保证两端数据实时一致，形成逻辑唯一的“一套数据”。对于非结构化和采集监测数据，通过统一数据访问服务和大数据平台，实现一次入库，同时支撑处理类和分析类应用，形成物理唯一的一套数据。

1）数据处理域

数据处理域是公司生产经营管理过程中各类业务数据存储、处理、融合的中心，是原业务系统各个分散数据库的归并、发展与提升，为公司各业务应用提供逻辑统一的数据支撑，由过去数据复制的业务集成方式转变为共享使用方式，实现企业级端到端流程的真正贯通，同时解决系统间数据集成及数据复制过程中存在的数据安全、效率低下和资源浪费等问题，逐步实现源端数据的干净透明。

数据处理域包括业务处理数据库和统一数据访问服务两部分，物理上两级部署。业务处理数据库的设计，遵循公司统一数据模型和数据架构要求，按照业务主线合理划分、部署。构建统一数据访问服务，隔离应用与数据库的直接连接，实现不同类型数据库的统一接入，提供灵活的访问权限管理、数据路由与调度能力，实现统一的数据管控。

数据处理域的建设有利于促进跨部门的业务协同和信息共享，实现源端数据干净透明。目前，跨部门业务集成以数据复制共享方式为主，造成业务数据的冗余复制和多份存储，数据一致性和及时性无法保证。未来，数据处理域通过统一数据访问服务，实现跨部门数据逻辑共享使用，支撑业务集成和协同。例如，资产、设备、物资三码的集成关联问题，从复制数据并建立对应关系的“三码对应”方式转变成统一访问跨专业数据并建立动态关联的“三码联动”方式，确保共享数据随业务协同联动，实现业务流程的真正贯通。

2）数据分析域

数据分析域是全业务、全类型、全时间维度数据的汇集中心，是为公司各类分析决策类应用提供完备的数据资源、高效的分析计算能力及统一的运行环境，改变过去分析型应用数据反复抽取、冗余存储的局面，实现从“搬数据”向“搬计算”的转变，支撑企业级数据分析应用的全面开展。

数据分析域依托企业级大数据平台构建，包括统一存储服务、企业数据仓库和统一分析服务三部分，物理上两级部署。统一存储服务提供结构化数据、非结构化数据、采集监测类数据和外部数据的统一存储和管理。企业数据仓库支撑结构化数据的抽取、清洗、存

储和多维分析模型的构建，支撑多维分析应用。统一分析服务为数据分析应用提供计算能力和应用构建的支撑，提供高效、便捷访问数据分析域数据的能力。

数据分析域的建设有利于跨专业分析应用快速构建和数据价值挖掘，也可以提升采集监测数据的应用效率。各专业部门在开展大数据分析时，普遍需要用到用电信息采集等实时采集数据以及国家宏观经济、气候气象、地理空间等外部数据。目前的主要做法是，对于用采等实时数据，各专业部门根据需要将原始数据抽取至本专业信息系统进行关联分析；对于外部数据，根据需要各专业自行采购批量导入本专业信息系统。通过跨地域分布式计算技术，构建“物理分布、逻辑统一、一体化运行”的数据分析域，可以有效实现用采等实时数据和外部数据“一次采集、一份存储、多处使用”，同时支撑各专业领域业务处理类和业务分析类应用，改变过去反复抽取、冗余存储的局面，实现从“搬数据”向“搬计算”的转变。

3）数据管理域

数据管理域从企业业务全局出发，对企业数据的定义、存储、访问等进行统一规划和管控，保证全企业范围内数据的一致性、准确性和可靠性，为企业内跨专业、跨系统的数据集成与应用提供有力地支持。数据管理域物理上一级部署、两级应用，建设的核心是统一数据模型及主数据管理。

（1）统一数据模型。

通过完善统一数据模型，实现公司级数据定义、数据管理、数据交换的进一步标准化和规范化，保证公司业务数据在语法与语义上的统一，建立各专业人员共同理解和沟通的语言，提供系统之间开展集成和互操作的基础接口标准，指导相关领域信息系统建设与业务集成工作。

（2）主数据管理。

主数据是企业内部关于核心业务实体的参照数据，为企业信息提供统一的视图。公司主数据的统一管理和应用是消除数据冗余、提升数据质量的关键。组织机构、会计科目、资产、物料、供应商、项目、设备、客户等反映企业核心资源的业务对象，都应纳入企业级主数据管理范畴。

根据公司业务实际，对主数据采取两类管理策略。一类是由公司主数据管理系统作为数据唯一入口，包括物资、项目、供应商、组织机构等相关主数据；一类是针对设备、资产、客户等相关主数据，与业务关系密切，变更复杂，由相关业务系统作为数据唯一入口。所有主数据同步到主数据管理系统后向各应用发布，各应用系统以主数据管理系统中的内容为准，确保“源端唯一、一处维护、多处使用”。

开展主数据管理，需要在技术上和管理上分别采取有效措施。技术上，需要企业级主数据管理系统的支撑，实现主数据采集、审核、分发等功能；管理上，要分业务领域明确主数据的责任部门，并建立相应管理流程。通过技术和管理的手段，保证主数据在企业范围内的一致性与完整性。

建立统一高效的数据管理域，通过管理与技术手段持续有序地优化治理，将有效推进

企业数据的规范化、标准化，大幅提升数据质量，逐步形成数据流向清晰、标准统一、交互高效的数据服务能力，将极大简化企业业务融合难度，提升业务协作效率，有效避免大量的人工维护数据对应关系的工作量，有效降低信息化建设运营成本，为公司开创信息化服务新局面打好坚实基础。例如，目前的ERP、PMS、营销等系统各自根据业务需要，独立维护一套组织机构，因编码、命名规范不统一，难以通过组织机构关联、贯通各类业务数据。通过将组织机构纳入主数据管理体系，规范组织机构对象，实现组织机构在各个系统中的统一发布和更新，提供统一的访问视图和管理视角，将项目工程建设、资产设备运营和资金筹措等相关业务数据关联贯通，可以有效避免上述问题。

3. 项目实施技术路线

整体设计与分步实施相结合，先试点后推广，渐进式推进统一数据中心建设。从目标着眼、自上而下强力规范，从现状入手、自下而上逐项清理，在应用中持续完善，确保统一数据架构符合实际、阶梯式提升。

1）企业数据统一规划，设计先行

一是分专业分条线开展公司统一数据模型完善设计工作，通过基层单位综合试点验证设计成果的有效性，形成完备、可用、标准的公司全业务统一数据模型。二是同步开展全业务统一数据中心详细设计。三是结合统一数据模型，推进主数据管理工作，明确公司主数据管理的范围和对象，在全业务统一数据模型基础上，设计公司全业务主数据模型，分专业分条线推进主数据应用深化。

2）处理域架构引领，稳妥推进

一是对于现有业务系统结合每年信息化系统建设改造工作，按照信息化架构蓝图，逐步整合、归并，向目标架构演进。二是同步推进业务集成，提升数据质量，最终形成模型一致、数据干净、访问透明的数据处理域。三是结合公司资产全寿命、能量全过程、客户全方位、人财物集约化、企业全面风险管控总体业务融合目标的深化，持续推进系统整合和业务集成，消除数据和功能重复，提升数据质量。

3）分析域全业务汇聚，全方位应用

一是根据各专业数据分析、大数据应用需求，信通部门协同各专业部门，分专业开展数据接入数据分析域工作。二是组织各专业分别开展数据探索与应用，边应用、边清洗、边完善分析模型，形成数据应用的良性循环。

5.3.3　全业务统一数据分中心建设项目实施

1. 数据管理分中心建设

1）统一数据模型完善设计

在公司现有的统一数据模型基础上，完善人员组织、财务、物资、项目、电网、资

产、客户等核心业务模型设计，完成企业数据仓库模型与新型业务模型设计，并在此基础上发布SG-CIM 3.0，进一步指导业务系统建设和数据分析应用。结合“十三五”业务应用顶层设计，基于公司现有统一数据模型（SG-CIM 2.0）和IEC61968/61970等标准，扩展完善人员组织、财务、物资、项目、电网、资产、客户等核心业务数据模型设计，完成企业数据仓库模型与典型应用集成接口规范设计，发布SG-CIM 3.0，进一步指导业务系统建设和数据分析应用。

2）深化核心业务主数据应用

主数据优化设计全面梳理分析各业务领域主数据，建立公司主数据管理对象清单，针对每类主数据完成管理维护机制设计，并进一步优化设计主数据管理系统。围绕组织机构、会计科目、资产、物料、供应商、项目、设备、客户等反映企业核心资源的业务对象及共享信息，全面梳理分析各业务应用系统，建立公司企业级主数据管理对象清单，完成每类主数据管理、运行和维护机制设计，优化主数据管理系统设计。

2. 数据分析分中心建设

1）数据抽取清洗及字典梳理

（1）数据抽取与清洗。

将全业务数据从业务系统抽取到数据分析分中心，并开展清洗转换工作，初步具备企业全业务统一数据中心的数据探索和加工分析基础。

（2）数据字典梳理。

厘清公司数据资源，完成数据字典分析梳理。

2）构建统一分析服务

基于大数据平台设计研发构建统一的数据分析服务，为分析决策应用提供大数据分析服务接口，包括数据计算接口、挖掘算法接口和数据访问接口等接口。每个单位基于统一分析服务完成2～3个大数据应用的设计开发与上线运行。

3）实时采集类、分析决策类相关应用迁移

（1）同期线损系统迁移改造。

主要完成大数据平台侧支撑同期线损所需的内存计算组件功能的设计研发、存储模型设计等工作，基于大数据平台存储和计算组件完成同期线损管理系统侧基于大数据平台的数据存储与数据计算组件升级改造、程序升级改造、测试验证等工作，开展迁移融合验证测试，实现同期线损应用管理系统基于大数据平台运行。

（2）用电信息采集系统优化升级。

基于统一建设的大数据平台，优化用采系统架构，实现采集数据的海量存储、快速离线分析与实时处理，实现通过大数据平台统一对外提供用采数据服务，以满足越来越高的数据实时发布与价值挖掘需求。

（3）输变电状态监测系统优化升级。

基于大数据平台，通过“分布式消息队列+流计算服务”实现实现输变电状态监测信

息的采集和在线处理，基于分布式的存储为输变电设备状态监测提供灵活可扩展的数据存储，并通过分布式计算/内存计算支撑状态监测数据和离线分析能力实现离线分析，同时实现基于通过大数据平台统一对外提供输变电设备状态采集数据服务。

3. 数据处理分中心建设

1）统一数据访问服务研发

为数据处理域的逻辑统一提供技术支撑。一是组织开展统一数据访问服务的总体设计和功能开发，并进行试点验证。二是结合源端清理与系统归并计划，编制系统接入计划并逐步实施数据库统一纳管。三是开展统一数据视图、数据监控、元模型管控等数据管控支撑功能，实现全业务数据的可视化，支撑全业务数据运维与管控。

2）持续推进业务集成

结合业务需求，分业务主线持续推进业务集成，提升源端数据质量。一是围绕资产全寿命、能量全过程、客户全方面、人财物集约化、企业全面风险5条业务主线，开展业务集成典型设计工作。依托统一数据模型设计与主数据管理，分析现有业务集成，识别业务集成典型应用场景，完成业务集成的典型设计方案与技术实现。二是依托营配调一体化、业财融合、计划预算项目全过程管控等重点工作推进，统一组织完成集成服务的设计，推进落实相关应用系统的改造与实施工作。

3）业务系统归并整合

结合系统的新建或改造，开展业务系统归并整合工作，逐步减少功能重复建设和数据重复录入。第一阶段，以公司“三集五大”业务体系为基础，按照信息化架构设计要求，结合业务系统软件生命周期及业务升级需求，有序推进业务系统的整合与改造，逐步减少功能和数据重复。第二阶段，结合统一数据访问体系建设和统一数据架构管控工作推进，将数据管理和业务应用分离，统一开展数据库模型设计与管控，进一步减少业务数据存储（数据库）数量，所有变更统一管控。

第6章
电网GIS平台数据工程技术与案例分析

本章的主要内容包括电网GIS平台数据工程基本原理，电网GIS平台数据实用架构设计技术，电网GIS平台业务应用辅助提升工具的研发与应用。



6.1　电网GIS平台数据工程基本原理

本节主要介绍电网GIS平台数据工程基本概念及功能、电网GIS平台数据总体架构设计技术、电网GIS平台总体架构设计关键技术。

6.1.1　电网GIS平台数据工程基本概念及功能

1. GIS

地理信息系统（Geographic Information System，GIS）由计算机系统、地理数据和用户组成的信息系统。GIS通过对地理数据的集成、存储、检索、操作和分析，生成并输出各种地理信息，从而为电力、土地利用、资源管理、环境监测、交通运输、经济建设、城市规划以及政府各部门行政管理等提供新的知识，为工程设计和规划、管理决策服务。

2. 电网GIS空间信息服务平台

电网GIS平台是构建在电力企业信息化工程一体化平台之内，实现电网资源的结构化管理和图形化展现，以面向服务的架构为各类业务应用提供电网图形和分析服务的企业级电网GIS平台。以生产管理、营销管理、调度管理、应急管理、电网规划、车辆管理、通信管理对电网GIS平台的应用需求为基础，总结和借鉴各网省GIS应用的建设经验，将各专业对于电网GIS平台的应用需求进行分析、整理，最终形成该功能需求规范。主要描述电网GIS平台应具备的公共应用功能，生产、营销、调度、应急、电网规划和通信等业务应用需要在电网GIS平台中实现的应用功能，以及电网GIS平台能够为业务应用提供的服务和功能。

3. ESB

企业服务总线（Enterprise Service Bus，ESB）是指基于 Web 服务标准，通过事件驱动和基于XML消息引擎，为复杂的面向服务的架构提供服务的中间件基础设施产品。企

业服务总线提供可靠消息传输、服务接入、协议转换、数据格式转换、基于内容的路由等功能，屏蔽了服务的物理位置、协议和数据格式。 WebService支持通过网络进行的计算机到计算机交互的软件技术，它包含了一套标准体系，定义了应用程序如何在 Web 上实现互操作。 WSDL服务描述语言（Web Services Description Language，WSDL）是一种 W3C 标准，是 Web 服务接口的描述语言，描述与 Web 服务进行交互时需要绑定的协议和信息格式。

4. 电网资源

这是对电网公司管理的各类电网设备、设施及具有空间位置的营业网点、车辆和用户等资源信息的统称。用户：依法与供电企业建立供用电关系的组织或个人称为用电客户，简称用户，不同用电地址视为不同用户。用户供电点：电网GIS平台中的虚拟对象，可以表示在线路、变压器等电网设备上，用以描述电网和用户之间的供电关系。

5. CIM

公共信息模型（Common Information Model，CIM）是一个抽象模型，它描述了电力企业的所有主要对象，特别是那些与电力运行有关的对象。通过提供一种用对象类和属性及它们之间的关系来表示电力系统资源的标准方法，CIM方便了不同电力业务系统的集成。CIM 规范使用统一建模语言（UML）定义，可基于UML模型定义和生成各种其他格式的模型，如RDF（资源描述框架）模式版本，采用XML来描述电力系统模型，主要用于各系统间的数据交换。 SVG可缩放矢量图形规范（Scalable Vector Graphics，SVG）基于可扩展标记语言（XML），用于描述二维矢量图形的一种图形格式。

6.1.2 电网GIS平台数据总体架构设计技术

1. 设计原则

电网 GIS 平台架构设计需遵循如下原则。

1）统一性原则

电网 GIS 平台建设是SG186工程信息化建设的有机组成部分，应始终坚持与国网公司SG186工程的总体规划协调一致。电网 GIS 平台的建设应遵循统筹规划、统一设计和分步实施的思路，在实施过程中坚持“统一领导、统一规划、统一标准和统一组织实施”的四统一原则。

2）规范化原则

电网 GIS 平台建设，需要严格遵循规范化原则；平台建设的技术标准，必须严格遵循国家标准和行业标准，国家标准和行业标准暂未确定的，参照 IEC、ISO、OGC 等相关国际标准。同时平台提供按照标准的数据交换格式，以开放式的数据结构保证支持与其他系

统的数据集成应用。平台的建设过程中还将逐步明确并制定相关的标准规范体系，包括数据规范、编码规范、平台功能规范、接口规范、管理制度等相关规范。

3）一体化原则

电网 GIS 平台作为SG186工程一体化平台的组成部分，完全遵循SG186工程的建设标准，通过总部、网省两级数据中心实现电网空间信息的集中存储，通过应用集成平台实现与各类业务应用的横向集成，通过数据交换实现总部与网省数据的纵向贯通。

4）实用性和先进性原则

电网 GIS 平台的建设要坚持实用性原则，在确保实用可靠的前提下，尽量采用先进技术和体系架构。要正确处理好信息技术先进性和实用性之间的关系，既不能因循守旧，墨守成规，也不能贪大求全，过分强调技术的先进性，而忽略成熟、稳定性。以保证平台建设的高起点，延长整个平台的生命周期。

5）扩展性原则

通过采用灵活的构架，使得电网 GIS 平台功能可扩展，满足不断扩展的应用需求。扩展性体现在应用功能的可扩展、部署方式的可扩展、空间数据模型的可扩展、服务的可扩展，保证扩展的过程平滑升级，避免重复投资。

6）开放性原则

电网 GIS 平台应采用开放性技术平台和软件架构，保证平台能够方便地实现与其他应用集成。平台的开放性原则是实现平台与其他系统间互连的基础，它使平台具备良好的扩展和互操作能力，以便于维护和管理。

7）安全性原则

（1）数据安全性。

电网 GIS 平台中包含详细的基础地理数据和电网专题数据，部分基础地理信息属于国家机密或绝密数据（如 1:10000、1:50000电子地图数据）；电网数据需要通过长期的数据采集维护，其表达内容是电网基础设施，数据也是国家机密。在进行平台建设时，需要充分考虑数据的安全性，杜绝各种数据安全隐患。

（2）应用安全性。

电网GIS平台提供的各类应用功能和服务，都需要进行用户认证或CA认证，这样才能够保证服务的安全，不允许匿名访问和调用相关功能和服务。这样能够防止功能和服务方式的数据泄密。

8）资源复用原则

充分考虑到各网省已有的电网 GIS 系统的软、硬件设备设施及电网空间数据，尽可能继承和复用有价值的软硬件资源和数据资源，避免资源浪费，重复投资。

2. 系统边界

根据国家电网有限公司SG186工程总体设计要求和目前的系统应用情况，电网GIS 平台的边界划分如图6-1所示。

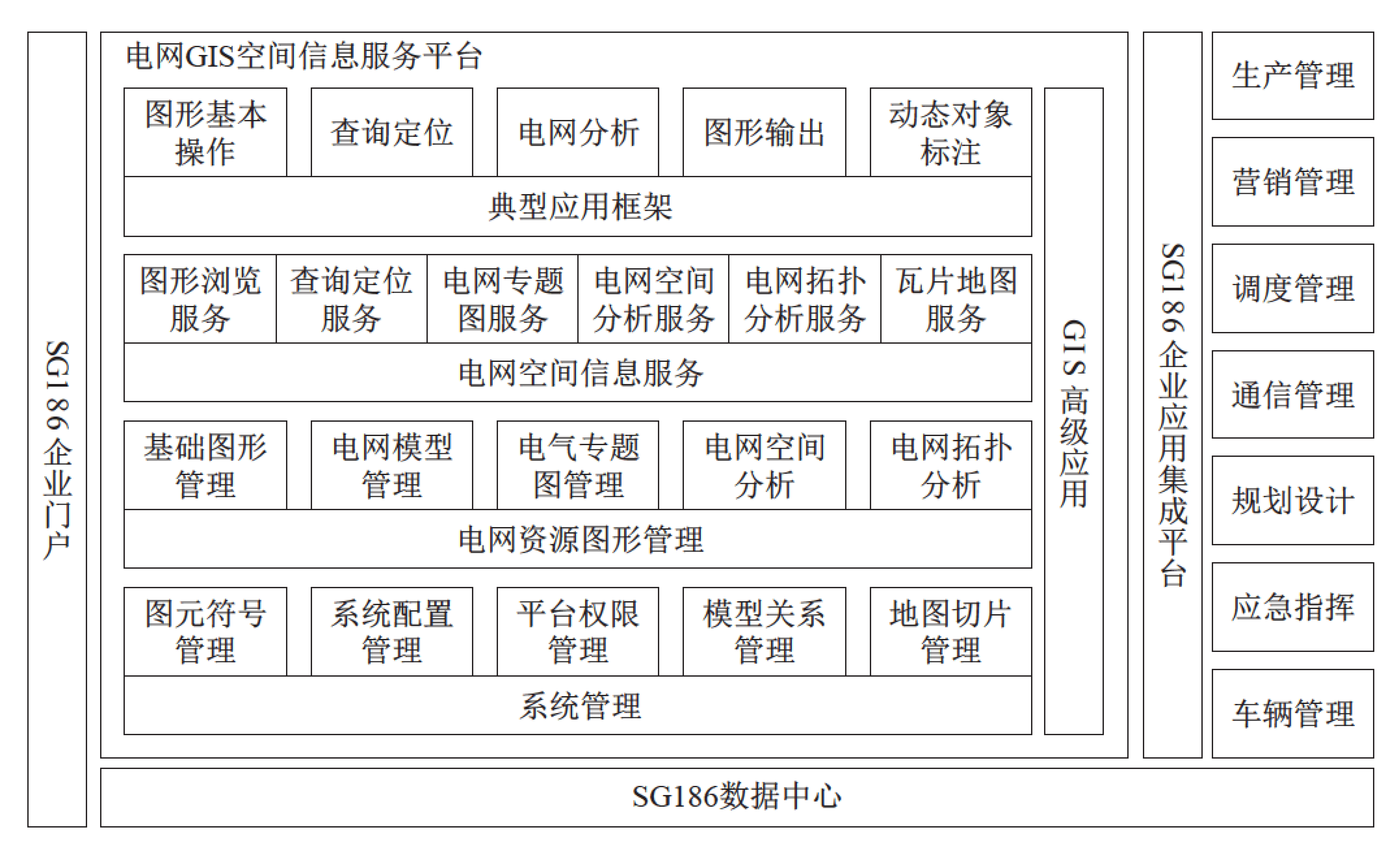


图6-1 电网 GIS 平台边界划分

电网 GIS 平台是构建在SG186工程一体化平台之内，实现电网资源的结构化管理和图形化展现，以面向服务的架构为各类业务应用提供电网图形和分析服务的企业级电网空间信息服务平台，与业务应用系统之间以松耦合方式实现相互调用、互为补充。

电网 GIS 平台通过一体化平台的数据中心、数据交换、企业服务总线实现与各类业务应用系统的横向集成及总部与网省的纵向贯通。通过企业服务总线，电网 GIS 平台发布各类电网空间信息服务，为生产、营销、ERP、调度、通信、规划设计、应急和实时系统等业务应用提供图形服务支撑，实现电网 GIS 平台与业务应用系统的紧密集成；通过数据中心、数据交换完成电网空间数据的共享与交换，实现总部和网省的纵向贯通；通过企业门户发布各类空间图形信息。

3. 总体架构组成

电网 GIS 平台的总体架构由业务架构、应用架构、数据架构、技术架构、物理架构、安全架构和应用集成等部分组成。各组成部分既独立地支撑电网 GIS平台的某个部分，相互之间又协调配合，整体构成电网 GIS 平台体系架构。电网GIS 平台的总体架构如图6-2所示。

1）业务架构

业务架构是基于电网各类业务应用对于GIS的应用需求，分析归纳设计形成的能够满足总部、网省、地市不同层次对电网GIS平台的应用需求的业务应用功能体系，并结合业务发展需求形成业务模型。为电网GIS平台的应用架构、技术架构和数据架构的设计提供依据。



图 6-2　电网 GIS 平台总体架构

2）应用架构

应用架构是通过对业务模型的理解，以系统分析的方法，对电网GIS平台的业务应用过程和目标进行分析抽象和归纳，形成电网GIS平台的功能模块及对应的功能域。

应用架构由电网资源图形管理、空间信息服务、典型应用框架、GIS高级应用、平台支撑应用五大部分组成。电网资源图形管理用于维护电网图形资源的空间信息、属性信息及拓扑关系，是本平台的数据支撑基础；空间信息服务基于SOA架构以标准的WebService服务形式发布图形数据和基础图形功能，为业务应用提供服务支撑；典型应用框架通过调用GIS后台服务为业务应用提供综合数据展示和图形分析应用；GIS高级应用通过电网GIS平台与业务应用集成提供线损分析和潮流计算等高级应用功能，为智能电网的经济、高效运行提供辅助决策；平台支撑应用为电网资源图形管理、空间信息服务、典型应用框架及GIS高级应用提供配置、管理等相关支撑的管理应用。

3）数据架构

数据架构定义了电网GIS平台中的数据模型、数据分类、部署方式等。目标是为电网GIS 平台提供数据服务，可以针对电网GIS平台所需要的数据源实现数据收集和接入，通过数据中心、数据交换平台实现各业务应用系统和电网GIS平台的基础数据同步维护，保证基础数据一致性。

4）技术架构

技术架构遵循桌面应用及Web应用的技术体系，采用组件化、动态化、服务化的设计思想，基于统一的电网GIS平台数据模型，按照数据层、业务逻辑层和表现层进行多层结构体系设计，并通过一体化平台应用集成实现与各类业务应用的横向集成，为各类业务应用提供电网空间图形及分析服务。同时，通过一体化平台的数据中心和数据交换，实现总部与网省的纵向贯通技术设计。

5）物理架构

物理架构是为上层应用提供软硬件支撑的平台，其设计的内容主要包括软件平台、服务器、网络、存储等软硬件设施。物理架构的设计需重点考虑电网GIS平台的高可靠性和高效性，需要达到系统高效稳定运行的目的。

6）安全架构

安全架构指提供系统软硬件方面整体安全性的所有服务和技术工具的总和。依据电网GIS平台对安全防护的要求，对电网GIS平台进行全面的安全防护。防护措施覆盖电网GIS平台的各部分，包括边界防护、网络防护、主机防护、应用防护等。在业务应用环境层次从身份管理、身份认证、访问控制、安全审计、数据保护等方面进行设计，具备完善的权限控制机制以保证平台的高度安全性。

7）应用集成

电网GIS平台建立在SG186一体化平台（包括企业门户、数据中心、应用集成和数据交换）的整体框架之内，其定位是构建电网结构模型，实现电网资源的结构化管理和图形化展现，为各类业务应用提供电网图形和分析服务的企业级电网GIS平台。

电网GIS平台依托SG186一体化平台中的数据中心的共享机制，基于电力GIS基础软件平台，构建各类GIS应用功能和服务；通过应用集成平台实现对业务应用系统的支撑。

电网GIS平台中的各种电网空间信息服务都遵循面向服务架构，其自身的数据和功能均可以WebService等标准服务的方式注册于应用集成平台中，也可通过集成平台的企业服务总线调用其他应用系统的服务，以实现数据和功能的交互。

6.1.3 电网GIS平台总体架构设计关键技术

1. 面向服务的架构

面向服务架构（SOA）是一种复杂松散型应用环境下的集成框架设计方法，强调平台功能的服务化封装和复用，强调服务的可组装性。遵循SOA标准的各组成部分接口明确且稳定，功能独立，可以很容易地被支持相同规约的其他服务部件取代，因而也十分便于整个系统的集成和维护。

面向服务架构（SOA）将应用程序的不同功能单元（称为服务）通过这些服务之间定义良好的接口和契约联系起来。接口是采用中立的方式进行定义的，它独立于实现服务的

硬件平台、操作系统和编程语言。这使得各种构建在这样的系统中的服务可以以一种统一和通用的方式进行交互。这种具有中立的接口定义（没有强制绑定到特定的实现上）的特征称为服务之间的松耦合。松耦合的好处有两点，一点是它的灵活性，另一点是组成整个应用程序的每个服务的内部结构和实现逐渐地发生改变时，它能够继续存在。

在电网GIS平台内，各组件间以及整个平台对外的服务架构设计上采用面向服务架构，实现整个平台内部组件间的标准联通，并能对外提供全方位的一致服务。电网GIS平台通过空间信息服务向其他应用系统提供 GIS 数据和功能服务，同时能通过业务服务获取其他应用系统的业务数据和功能服务，以实现业务数据和功能服务的交互。

2. 组件化设计

电网GIS平台采用构件化的设计思想，平台的所有功能均被抽象和封装为组件，相关组件在一定的规约下组装后实现完整的业务功能。组件化的平台结构有利于平台功能的扩展，同时更大限度地提高业务功能实现的复用性。

在组件框架设计中采用分层设计思想，将构件框架分为界面层、逻辑组件/服务层、数据层。逻辑组件通过数据组件访问数据，界面应用通过逻辑组件实现业务功能。

电网GIS平台在实现组件组装的过程中采用插件机制。电网GIS平台的主体应用框架是一个很小的内核，该内核实现了基于插件形式，将功能组件集成到框架中的动态加载机制。平台将任何内核以外的功能组件都看作是对平台内核的一种扩展实现，只要该组件符合平台的统一预定义接口，便可进行动态调用，以扩展应用框架的功能，从而实现整个平台的最大限度扩展，并具有高度的统一性和开放性。

3. 模型驱动

模型驱动的核心思想是通过深入分析特定领域的数据和应用等方面的共性特征，抽象提炼出一个领域信息系统的元模型，并依此自动或半自动化地构建整个系统。针对不同的应用领域，通过各种建模工具将具体企业的业务模型形成可执行模型，并基于通用平台的运行环境，自动生成相应的业务应用功能，从而大幅度提升系统对业务需求变化的响应速度。在模型驱动理论中，平台本身不直接涉及特定的业务信息或业务过程，而是通过所建模型间接达到实现具体业务功能的目的。这种理论强调平台负责抽象的信息与过程处理，而特定的业务信息或业务过程对平台被视为一种“数据”。在模型驱动理论看来，平台本身是一个高度抽象的信息系统，某个具体的信息系统实施过程可被视为平台的一次“设计化”。模型驱动的电网GIS平台实现原理如图6-3所示。

平台提供系统管理工具，将电力GIS业务需求转化为电力设备/设施模型，通过对电力设备/设施数据结构、数据约束和操作的抽象，实现不依赖具体设备类型的逻辑组件。系统运行时，读取模型数据，根据运行状态和模型数据设置功能组件满足业务需求。

电网GIS平台采用模型驱动的设计思想，主要应用在通用逻辑组件的设计中。表现层的应用程序还可以不依赖模型来实现特殊需求，并不强制要求模型驱动。

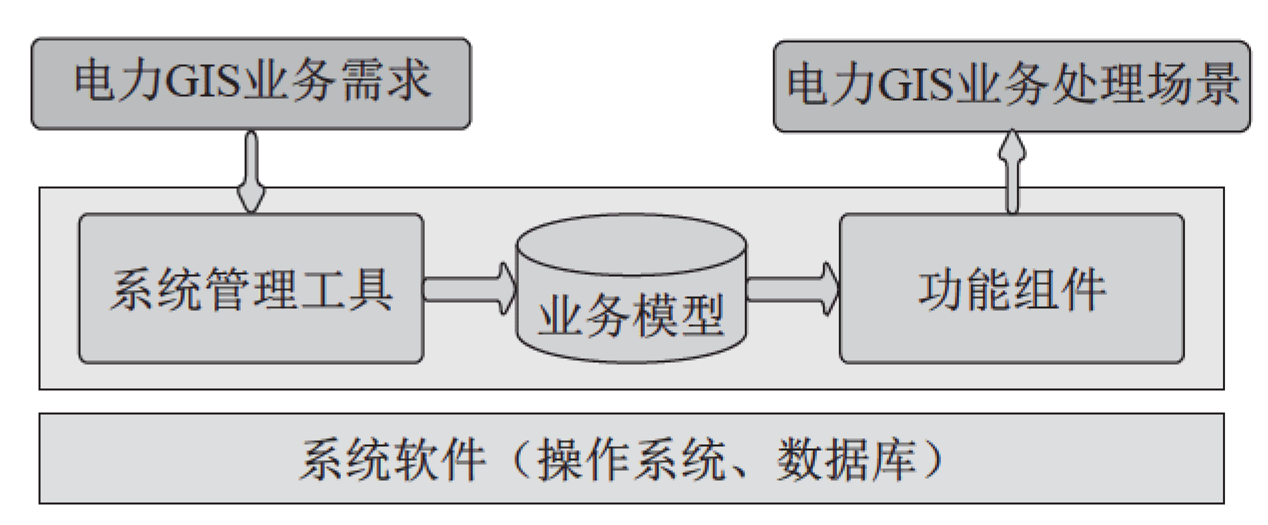


图6-3　电网 GIS 平台模型驱动原理

4. 电网图形一体化

电网图形一体化是对各专业、各电压等级电网设备建立统一的图形存储、展现和连接关系。电网GIS平台通过统一设备分类和标识、统一设备模型、统一数据存储、统一图元标准来实现电网图形一体化，如图6-4所示。

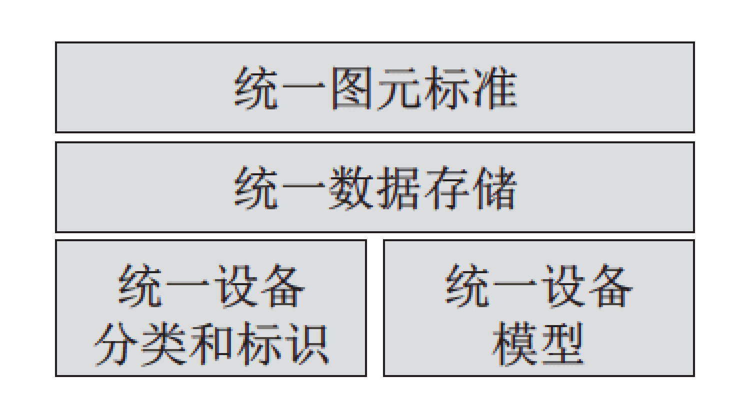


图 6-4　电网图形一体化

- 统一设备分类和标识指通过电网空间数据规范确定电网GIS管理的电网图形资源和基础地理数据的类型，并统一这些类型的分类代码，从而保证设备的唯一性。
- 统一设备模型包括电网图形资源的属性信息和连接关系，实现维护的一致性和方便性。各类电力设备间可以通过统一连接关系构成完整的电力拓扑网络，保证各类设备间的连通性。
- 统一数据存储基于设备分类表示和设备模型，将各专业、各电压等级设备统一存储在数据库中，保证全部电网模型的集中式存储，便于操作和控制。

电网 GIS 平台使用统一的图元标准渲染电网图形资源数据，用统一图形展现方等来实现全网设备的图形漫游、查询、统计和分析。

5. 基于缓存技术的数据集中部署

GIS平台管理的图形图像数据量大，很多用户是基层人员，数据集中部署对网络压力很大，而且有些用户的网络带宽不能满足实时传输大量图形图像数据的要求，因此需要采用本地缓存技术减少网络传输的数据量，以提高系统运行效率和可用性。

采用本地缓存后系统结构如图6-5所示。

GIS应用程序通过网络连接部署在服务器上的数据服务访问数据，数据服务根据应用程序的请求操作数据库中的数据，并可按照配置信息将部分数据缓存在本地。应用程序通过数据服务获取数据服务器上的数据后，也可以根据配置信息将需要的数据缓存在本地缓存中。

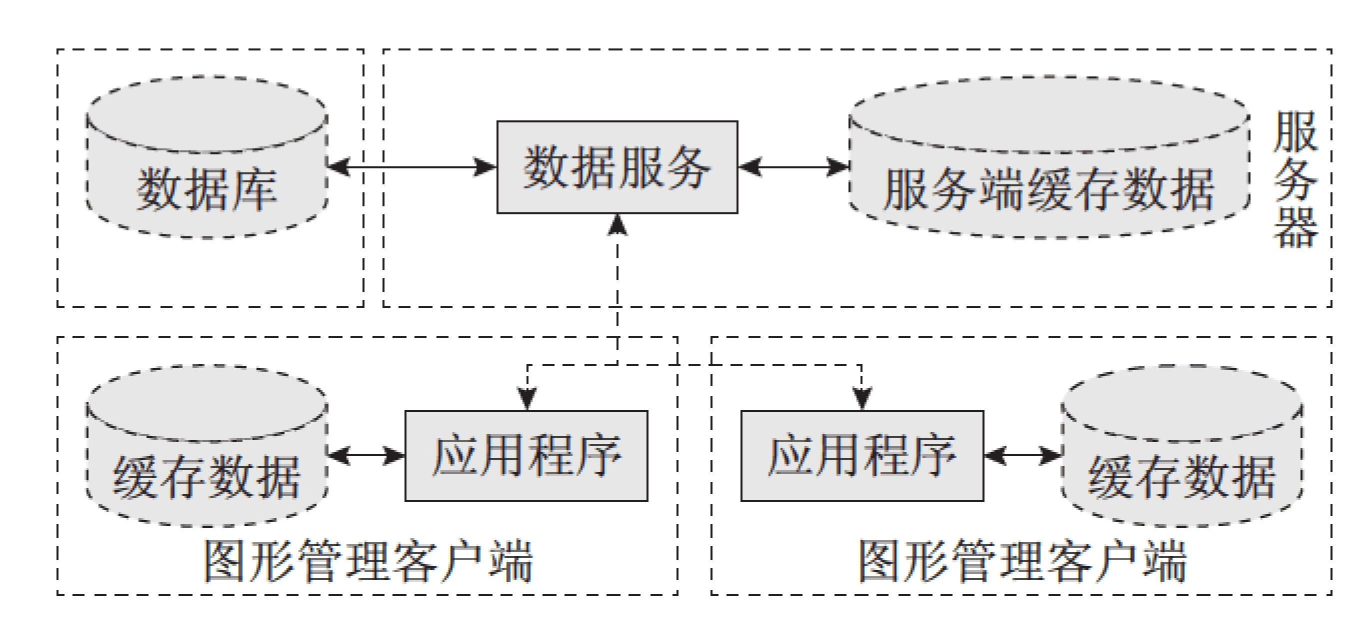


图 6-5　数据缓存技术示意图

数据缓存后，应用程序与数据服务的连接可以断开，应用程序访问本地缓存数据进行图形的浏览和编辑。待编辑完成需要提交时或网络重新连通时本地缓存数据与服务器数据进行同步，保持缓存数据的与服务器同步。

使用本地缓存给 GIS 应用带来以下优点。

- 只有在客户端将数据变更提交到数据库或数据变更需要同步到本地时，客户端才需要与服务器通信，能够减少网络传输的数据量，降低系统对网络和服务器的要求。
- 提升系统响应速度。客户端应用程序对数据的查询和修改均基于本地缓存进行，系统响应速度要优于通过网络访问数据库方式。
- 使系统可以离线运行。采用本地缓存后，客户端和服务器不要求持续连接，客户端编辑操作可以基于本地缓存完成。客户端需要将编辑结果提交到服务器时，才需要与服务器建立连接，将数据变更发送到服务器，并解决冲突。

6. 电网空间数据时态化管理

由于GIS系统在网络上为多个技术人员提供电网规划，地图输入、浏览、修改、网络分析等服务，对于不同的用户，有不同的视图和独立的数据，即不同时态的电网空间数据。电网 GIS 空间信息服务平台对时态的支持包括两方面。

（1）电网资源变更管理，包括运行状态变更和运行位置。在电网资源运行状态或运行位置发生变更时，系统进行版本化管理，能根据需要自动进行版本生成，将设备变更情况记录到版本数据，保留历史版本及修改记录，跟踪版本的变化。可以按照不同颜色和符号表现设备的运行状态。

（2）支持电网数据时间维度的版本管理、历史版本回溯。通过记录每次变更的时间和变更数据，电网 GIS 空间信息服务平台提供根据实际时间查询版本数据，可以查询设备变更数据，也可回溯出指定时间的电网状态，为电网运行、分析业务提供支撑和参考。

7. 基于CIM的电网数据交换技术

国际电力企业联合会（IEC）制定的IEC公共信息模型（Common Information Model，CIM）是一个抽象模型，它描述电力企业的所有主要对象，特别是那些与电力运行有关

的对象。通过提供一种用对象类和属性及它们之间的关系来表示电力系统资源的标准方法，用以实现不同独立开发的管理系统之间的集成。基于 CIM 的公共语言（即语法和语义），使得这些应用或系统能够不依赖于信息的内部表示而访问公共数据和交换信息。

CIM模型作为较为通用的国际标准，在电力行业中得到广泛的应用，许多系统已经遵循或即将遵循CIM标准，如PMS 系统、数据中心。因此，遵循 CIM标准，将为更好地与其他系统进行信息交换和应用集成建立基础。

电网GIS平台中的电网模型（电网图形、电网拓扑、资源属性）吸纳和融合了IECCIM模型技术，通过对象的唯一有效标识，系统间的模型、对象属性数据可以更好地实现交换。采用标准的电网数据交换格式来进行交换，电网拓扑数据、资源属性数据可以通过CIMXML 来表达；电网图形数据可以通过SVG来表达。通过调用数据中心提供的服务完成数据的增、删、改、查。有利于将电网GIS平台中设备变化的情况及时的反映到数据中心和其他共享系统。

电网数据交换格式采用标准的交换格式便于共享和扩展，而且集成采用的是SOA架构的服务方式，更加具有通用性和可扩展性。对于需要获取电网GIS平台提供共享数据的业务应用系统，可以通过数据中心的消息订阅机制订阅电网GIS平台发出的数据更新消息。当电网 GIS平台向数据中心发送数据成功后，数据中心就会给所有订阅过消息的业务系统发送数据更新通知，各业务系统通过数据中心提供的查询服务接口即可获取变更数据。

CIM是一种抽象的模型，可以利用XML描述CIM并作为公共信息交换的格式，即以CIM作为语义制定电力行业的CIMXML语言。

用统一建模语言UML描述的CIM模型可以直接映射到RDF模型，并利用XML语言加以描述，即可获得XML文档形式的CIMRDFSchema。CIMRDFSchema一旦确定，则CIMXML语言已经确定，只要XML文档遵循该CIMRDFSchema，就能保证应用对XML文档数据语义理解的一致性，实现数据的交换共享。

SVG文件图形交换采用的图形描述方式为可伸缩矢量图形（SVG）。交换是建立在电网模型上以 CIM 描述为基础，因此图形文件中图符相应的领域对象及其属性必须基于CIM定义。

电网图形数据部分按其他业务应用系统需要导出为符合CIMSVG格式的全网图和单线图，以便其他业务应用系统的绘图包对电网图形进行展现。

6.2 电网GIS平台数据实用架构设计技术

本节主要介绍电网GIS平台数据应用架构设计技术、数据架构设计技术、数据技术架构设计、数据安全架构设计、数据应用集成设计。

6.2.1　电网GIS平台数据应用架构设计技术

1. 业务架构分析

电网GIS平台需求范围包括公司总部、网省公司（直辖市公司）、地市公司的生产、营销、调度、应急、规划、车辆、通信各专业的GIS应用需求及平台支撑各业务应用的非业务需求。

公司总部及网省公司的需求范围主要包括各类空间资源的图形化查询统计、分析、专题图管理、辅助决策等需求。地市公司及下属单位的需求范围涵盖各专业空间资源信息维护、查询定位统计、分析、专题图管理、辅助决策及各专业的高级应用等。

2. 应用架构规划

根据各层次、各专业对电网GIS平台的应用需求，将平台应用功能抽象为基础功能、高级功能及非业务功能需求三类进行设计。基础功能设计范围包括各专业图形资源维护、信息查询定位统计、基础分析及专题管理等基础电网GIS功能；高级功能设计范围包括各专业的高级辅助分析、辅助设计、PDA应用等高级电网GIS功能；非业务功能设计的内容范围包括平台的权限管理、日志管理、模型关系管理、切片管理、图元符号管理、图形显示配置等功能设计，非业务功能是根据平台化设计的思路进行抽取的平台管理功能及业务功能支撑功能。

3. 应用架构设计

应用架构描述电网GIS平台的所有应用的功能范围及各应用之间的关系，按照电网GIS平台的平台定位及各业务应用的需求进行抽象和设计，将电网GIS平台的应用架构划分为电网资源图形维护、空间信息服务、典型应用框架、GIS高级应用及平台支撑应用5部分。

1）电网资源图形管理

电网资源图形管理以C/S方式为各业务应用提供各类电网资源的空间数据维护相关功能，包括通用图形编辑、定制图形编辑、资源属性维护、专题图管理、设备变更、空间统计分析、电网拓扑分析等功能。其中通用图形编辑功能和定制图形编辑功能可以按照专业和权限完成生产、营销、通信等各专业应用所需的电网资源图形建模维护的功能。专题图管理功能可以实现各类业务应用所需的专题图维护和编辑功能。电网拓扑分析功能也可针对各类业务应用功能需求进行扩展。

2）空间信息服务

电网GIS平台构建在SG186工程一体化平台之内，实现电网资源的结构化管理和图形化展现，为各类业务应用提供电网图形和分析服务的企业级电网空间信息服务，各业务应用可以通过 ESB（企业服务总线）调用电网空间信息服务。提供的服务包括基础服务、图形浏览服务、查询定位服务、矢量图形服务、电网专题图服务、空间分析服务、电网拓扑

分析服务、网片地图服务。

3）典型应用框架

典型应用框架通过对空间信息服务进行封装，以WebGIS的方式为各业务提供典型的GIS应用。典型应用框架可以嵌入各业务应用系统，并可以通过业务系统功能与典型应用框架进行交互；典型应用框架可以通过门户启动。典型应用框架应用功能包括电网资源查询定位、专题图查询、空间分析、电网拓扑分析、图形输出等功能。

4）GIS高级应用

电网GIS平台在电网图形资源管理、典型应用框架之外，还包括对各业务应用的GIS高级应用。GIS高级应用根据不同的应用需求可以在电网图形资源管理、典型应用框架及 PDA终端中进行应用。根据目前各业务应用的需求，电网GIS平台高级应用主要包括生产、营销、规划等相关专业的GIS应用。

5）平台支撑应用

平台支撑应用包括对平台的模型关系管理、图元符号维护、图形显示样式管理、平台权限管理、平台日志管理及切片地图管理、基础地理数据管理、用户管理、组织机构管理等平台支持功能，为电网资源维护、空间信息服务、典型应用框架及 GIS 高级应用提供平台应用支撑。

（1）模型关系管理包括电网模型关系元数据的配置管理功能，平台电网模型的元数据关系模型包括图、设备、虚拟对象、图层、数据表的元数据描述及关系信息。模型关系管理通过对元数据的维护，实现对图、设备等平台对象的类型、从属关系、关联关系、拓扑关系等相关模型关系的维护，为平台功能的可扩展提供支撑。

（2）图元符号维护提供对电网图元符号的分类、分组及符号编辑、保存等功能。图元符号管理功能对各种类图形提供图元符号管理，提供对生产设备、营销资源、通信资源、应急资源等各类电网资源的图元符号的管理功能。

（3）图形显示样式管理图形显示样式配置按照图类型、图层，对图层符号样式、标注样式、着色类型进行配置，电网资源图形维护、空间信息服务、典型应用框架根据显示配置信息进行图形符号化显示。各种图形有各自独立的显示方案，显示样式配置可以对生产、营销及基础地理对象等各类图形资源的显示样式进行配置。

（4）平台权限管理权限包括功能权限、数据权限、授权权限三种类型。功能权限对平台功能是否可用进行控制，数据权限对用户可以操作、查询的数据种类及数据范围进行控制，授权权限对用户具有的授权范围、管理用户范围进行控制。可以对角色进行授权，用户可以绑定角色进行权限配置。

（5）平台日志管理提供对电网GIS平台用户登录、功能使用、数据操作的日志管理功能，包括日志的记录设置、自动维护、查询、删除、导出等功能。

（6）切片地图管理把地理数据按照分片规则输出成图像格式，并对切分后的图片进行组织和管理。

（7）基础地理数据管理对基础地理数据的编辑维护功能。

6.2.2 电网GIS平台数据架构设计技术

1. 数据构成

电网 GIS 平台数据构成包括电网资源空间数据、电网资源属性数据、电网拓扑数据、基础地理数据、平台管理数据及文件数据。

2. 数据分类

电网GIS平台的数据按照应用特点分为基础地理空间数据、电网资源空间数据、电网资源属性数据、电网拓扑数据、平台管理数据及文档数据6种类型。

数据分类及构成如图6-6所示。

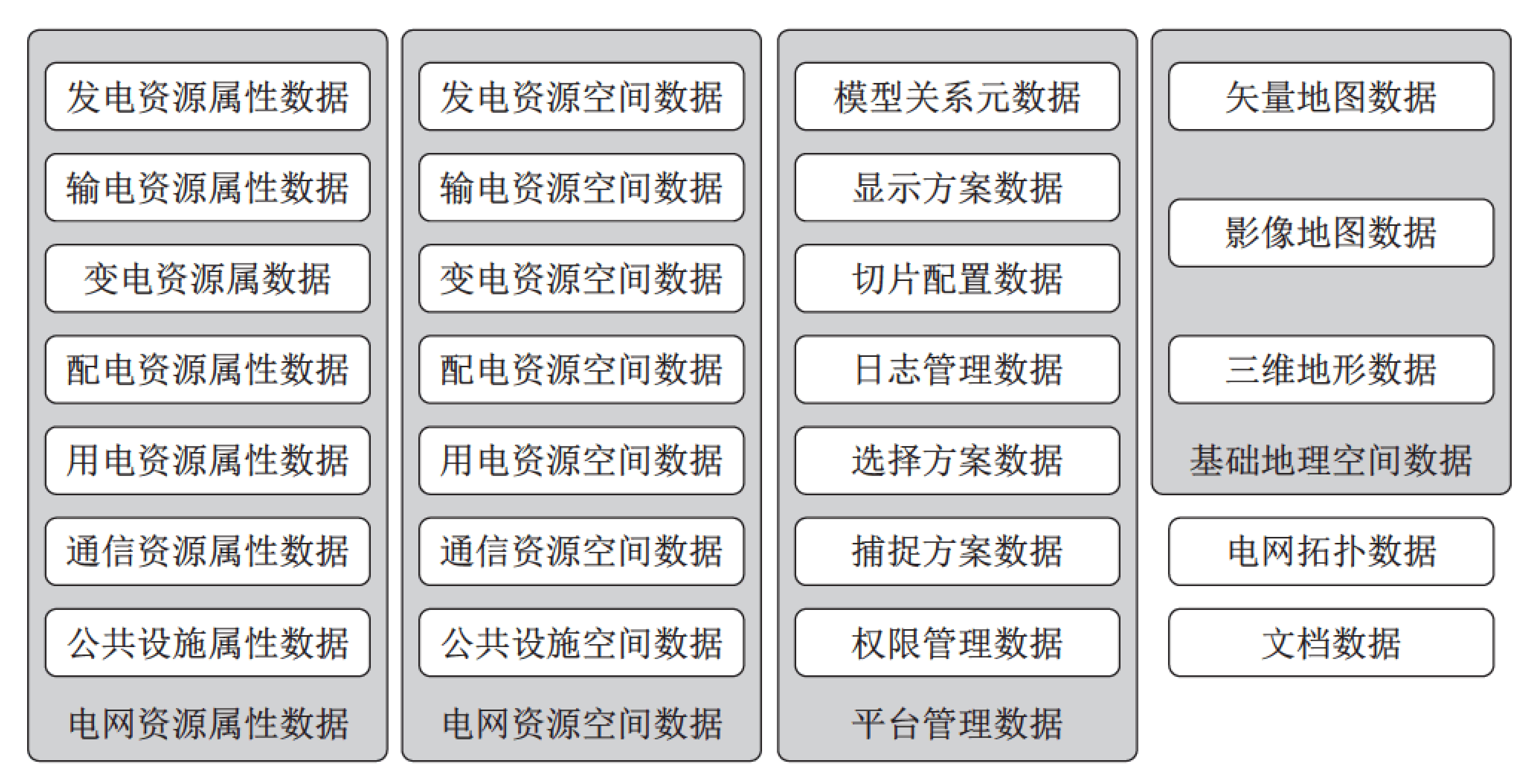


图 6-6 电网 GIS 平台数据分类及构成

1）基础地理数据

基础地理数据是作为电网数据的背景地图和空间分析、规划设计、故障抢修的参考，具有一定的精确度和现实性。基础地理数据包括矢量地图数据、影像地图数据和三维地形数据，矢量地图数据以数据库的方式进行存储，影像地图数据和三维地形数据以文件方式进行存储。

2）电网资源空间数据

电网资源空间数据包括发电、输电、变电、配电、用电、通信资源、公共设施的空间数据，电网资源空间数据以数据库的方式进行存储，电网资源空间数据通过不同的关联字段分别与电网拓扑数据、电网资源属性数据进行关联，共同描述设备信息。

3）电网拓扑数据

电网拓扑数据是反映电网设备与设备之间关系的模型关系数据，电网拓扑数据通过图形数据维护操作自动进行维护。

4）电网资源属性数据

电网资源属性数据包括发电、输电、变电、配电、用电、通信资源、公共设施的属性信息，电网资源属性数据以数据库的方式进行存储。电网GIS平台的资源属性数据只包括设备的公共参数，设备的专业参数由业务系统存储，如图6-7所示。

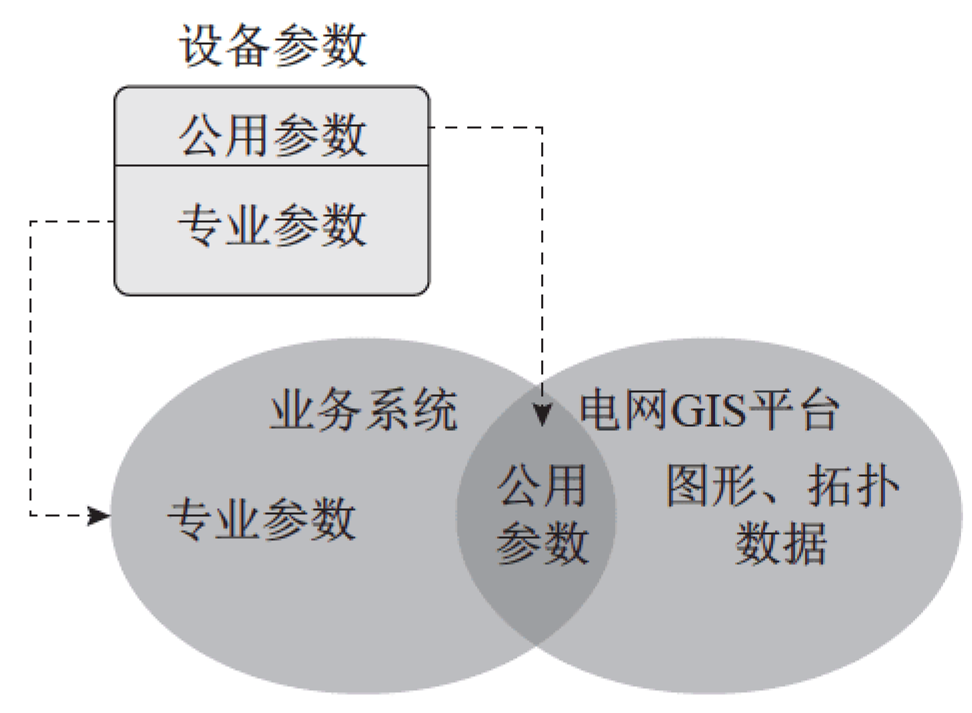


图6-7　属性数据应用关系

公共参数集合由两部分组成，一是在设备创建及变更业务中需要从电网GIS平台输入的参数，一是从业务系统过程管理中输入的GIS需要使用的参数。公共参数包含业务系统所需的设备标识、名称及关系数据。

5）平台管理数据

平台管理数据包括平台模型关系元数据、地图切片配置数据、平台日志管理数据、图形显示方案数据、选择方案数据、捕捉方案数据和权限管理数据。平台管理数据在数据服务器存储，在客户端建立平台模型关系元数据、图形显示方案数据、选择方案数据、捕捉方案数据的缓存，可以根据需要进行客户化配置，可以从数据服务器将变化的平台管理数据同步到客户端本地缓存。

（1）平台模型关系元数据。

平台电网模型元数据关系模型包括图、设备、虚拟对象、图层、数据表的元数据描述及关系信息，并描述设备与设备之间的从属关系、关联关系及拓扑关系。

（2）地图切片配置数据。

地图切片配置数据主要描述地图切片规则的定义，包括定义输出图像的参数和切片处理参数。图像参数包括格式（BMP/PNG/JPEG 等）、DPI、透明色、压缩参数等；切片参数包括切片层数、各层的缩放比例、输出图片的命名规则等。

（3）平台日志管理数据。

平台日志管理数据包括日志管理的配置信息及日志记录信息。日志配置信息主要描述各种操作日志记录的内容、日志备份策略等信息，日志记录主要包括操作的时间、操作者、操作内容等信息。

（4）图形显示方案数据。

图形显示方案数据按图类型、图层对图层符号样式、标注样式、着色类型进行描述，电网 GIS 平台根据图形显示方案数据进行图形符号化显示。各种图形有各自独立的显示

方案。

（5）选择方案数据。

选择方案数据是对图形操作时可选图层信息进行描述，选择方案按图类型进行配置。

（6）捕捉方案数据。

捕捉方案数据是对图形编辑操作时捕捉的空间对象的类型、捕捉范围、捕捉方式（节点、端点、边线）信息的描述，捕捉方案按图类型进行配置。

（7）权限管理数据。

权限管理数据包括平台的账号信息、人员信息、组织机构信息、权限信息，账号信息、人员信息、组织机构信息从目录进行同步。

6）文档数据

文档数据包括各种文档、图片、视频等文件数据，按照文件存储规则存储在文件服务器。文件地址信息与电网资源信息进行关联，可以通过图形查询相关的文件信息。

6.2.3　电网GIS平台数据技术架构设计

电网 GIS 平台的总体技术架构分为数据层、数据访问层、应用逻辑层、应用服务层、界面展现层。数据层是 GIS 平台管理的各类数据的物理存储；数据访问层是为平台中的各类数据提供的统一访问接口；应用逻辑层是在数据访问层的基础之上建立的各类功能组件，实现图形管理的各类功能；应用服务层将应用逻辑组件封装为服务供各类应用调用；表现层是展现给用户的应用系统。电网 GIS平台的总体技术架构如图6-8所示。

1. 数据层

电网 GIS 平台的数据层以关系型数据库为基础，通过数据层对基础地理数据、电网图形数据、电网拓扑数据、资源属性数据进行统一存储管理。数据层主要由存储电网图形数据、电网拓扑数据、属性数据和其他相关信息的空间数据库、存储基础地理信息数据的文件数据库和外部交换数据构成。电网图形数据、电网拓扑数据、属性数据、基础地理数据通过电网 GIS 平台的电网资源图形管理功能进行维护和管理，基础地理数据、电网图形数据、电网拓扑数据和属性数据共同构成了电网GIS平台的基础，提供多种数据建库和更新模式，以满足平台对数据源的收集和接入，为上层的应用服务提供信息源。

2. 数据访问层

数据访问层提供访问电网数据的接口，应用逻辑组件通过统一的数据访问接口维护存储在数据库和文件中的矢量图形数据、栅格数据、电网拓扑数据和属性数据；数据访问层同时提供服务代理，用于访问其他业务系统以服务方式对外发布的数据。由于GIS平台与其他业务系统的数据共享和交换通过数据中心完成，数据访问组件提供在数据中心和GIS管理的数据库见进行数据交换的功能。

3. 应用逻辑层

电网 GIS 平台的应用层构建在通用 GIS 基础平台之上，作为数据层和表现层之间连接的桥梁，在平台中起着至关重要的作用。它涵盖了图形渲染、图形编辑、电网模型维护、查询定位、统计分析和系统管理等各类功能，并且将这些功能封装为组件。其中，部分功能的实现可以通过企业服务总线调用其他业务系统功能实现。应用层的系统管理工具和电网图形资源管理应用可以直接调用这些逻辑组件实现各类应用功能。

4. 应用服务层

应用服务层提供各类电网空间信息展现和查询分析服务，主要包含图形浏览服务、专题图服务、查询定位服务、电网分析服务、空间分析服务和高级应用服务构件。服务通过封装逻辑组件实现，也可以调用其他业务系统的服务来实现部分功能。这些服务可以被界面层各类应用调用。

5. 表现层

电网 GIS 平台的表现层包括系统管理工具、电网资源图形管理工具、典型应用框架，这些应用调用逻辑层和服务层的逻辑组件或服务实现，也可以集成其他业务系统的页面。

系统管理工具提供系统管理功能，实现对电网模型、权限等各类系统数据的配置和管理，形成系统运行所需的各类基础模型数据。

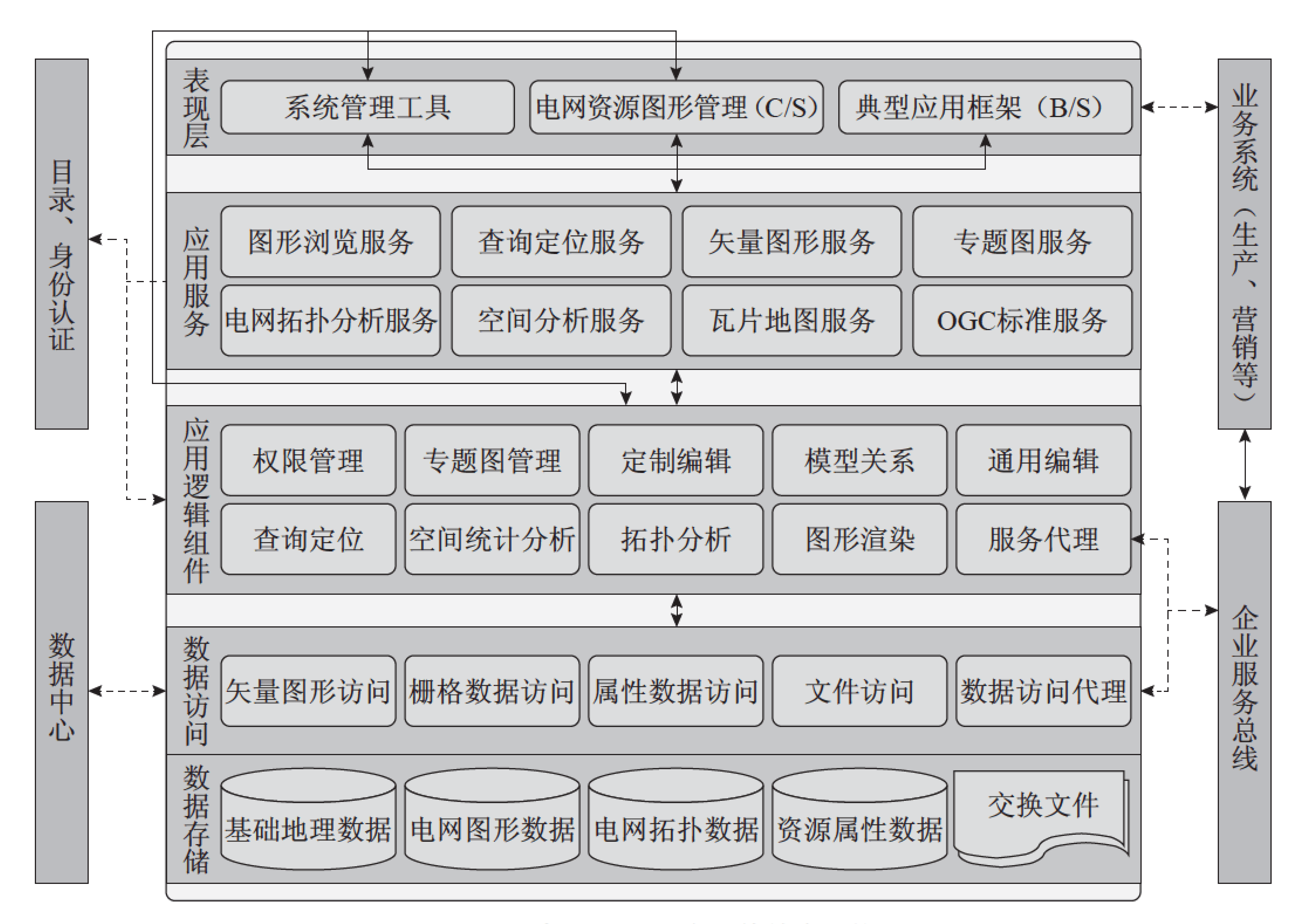


图 6-8　电网 GIS 平台总体技术架构

电网资源图形管理主要由电网资源维护人员使用，主要完成电网资源的维护管理，电气图、专题图管理，电网异动管理，电网工程辅助设计以及空间拓扑分析等功能应用。能充分利用客户端计算资源，实现性能要求较高的复杂应用场景。

典型应用框架采用B/S架构，主要用来访问电网空间信息服务平台，通过使用 RIA（Rich Internet Application，富互联网应用）技术，形象直观地提供电网图形浏览、查询定位和电网分析功能；此外可以直接查看电网图形关联的设备台账信息和其他相关信息，实现图数互查等交互界面相对简单的应用场景。

6.2.4　电网GIS平台数据安全架构设计

电网GIS的信息安全防护共包括三个层次：平台环境安全设计、应用安全设计和数据安全设计。

1. 平台环境安全设计

电网GIS平台的环境安全防护共包括三方面：物理安全、网络安全、系统安全。

1）物理安全

物理安全是保护支撑 GIS 平台运行的各类设备和数据免受水灾、火灾等环境事故、人为操作错误及各种计算机犯罪行为导致的破坏。物理安全防护要点如下。

- 进行身份控制，安装完善的监控系统，防止人为的物理实体破坏。
- 对环境（温度、湿度、水位）进行严格的指标限制，有完善的环境控制系统。
- 对机房等重要场所需要更严格的控制。
- 配备极早期火灾报警系统和消防系统。

制定相关的管理制度。机房禁止无关人员出入，严格执行来访登记制度，从管理上进行严格控制。 所有的网络设备（包括交换机、路由器、服务器、防火墙等）都应设置物理保护，不能随意让人接触，服务器系统都应加带口令的屏幕保护及键盘锁。

机房应按国家相关标准建设，能够对机房的温度和湿度进行控制，要设有火灾、烟雾自动报警装置，必要时配备气体自动灭火设施，机房的保护地安装要符合有关标准。

关键的主机系统采用双机集群高可用性技术，实现任务分担、负载均衡和失效转移等功能。 所有的相关主机和设备都应统一编号，定期进行维护。

2）网络安全

网络安全指网络设备的安全和边界防护。

（1）网络设备的安全。网络设备需要进行安全配置，禁止不需要的服务和端口。对网络设备访问要做好访问控制，禁止远程访问；对网络设备的配置需要进行及时更新和定期检查。

（2）边界防护。边界防护指采用严格的接入控制措施，保证电网GIS平台网络只有合法的节点接入和数据流动。边界防护的要点包括逻辑区划分和逻辑隔离。

依据电力二次系统安全防护要求，电网GIS平台为管理信息大区的三级应用，电网GIS平台网络与其他应用系统网络采用独立的逻辑安全区域，禁止其他无关系统对电网GIS平台网络的访问。

如需要和下级电网GIS平台的业务系统进行相关数据的交换，在网络边界采用防火墙进行隔离，对防火墙的安全策略需要进行合理配置和及时更新、检查。

3）系统安全

系统安全主要指电网 GIS 平台的主机系统，桌面终端系统的安全，包括操作系统、中间件、数据库系统的安全。主机安全防护要点如下。

（1）主机安全加固。选择相对安全的操作系统、中间件和数据库系统，需要对主机系统进行必要的加固。对操作系统用户、中间件系统、数据库系统的用户进行有效管理，禁止默认口令和弱口令；对系统文件进行有效的保护，防止被篡改和替换。

（2）安全更新。目的是检查主机和设备的操作系统是否有供应商提供的更新，消除系统内核漏洞与后门。安装主机防病毒软件，对服务器和桌面终端安装防病毒软件，定期进行病毒库的更新。

2. 应用安全设计

应用防护指电网GIS平台本身的安全性，主要从身份管理、身份认证、访问控制、安全审计等方面考虑。应用防护要点如下。

1）身份管理

在SG186工程目录系统中统一存储和维护用户信息和认证信息。电网GIS平台的用户身份信息从目录系统获取，为保证系统的独立性和权限管理，实现和组织机构相关的需求，用户和组织机构信息需要在本地冗余存储。当目录系统中的用户信息、组织机构信息发生变化时，电网GIS平台需进行同步，电网GIS平台本身不直接修改用户信息，用户口令不得以明文方式出现在程序及配置文件中。

2）身份认证

电网GIS平台登录、重要资源的访问与操作要求进行身份认证。身份认证采用和SG186工程目录系统集成实现身份认证的方式。认证系统将经过鉴定的用户信息以安全的方式传递给电网GIS平台，电网GIS平台利用认证系统传递的用户信息确认用户身份，实现单点登录或返回请求的资源。跨域认证基于总部、网省公司的身份认证服务器间的级联认证，在网省公司身份目录中需维护部分来自总部身份目录中的用户信息。

3）访问控制

电网GIS平台采用基于角色的权限控制，用户可以绑定角色并直接分配具体权限，提供角色委托等动态权限，并实现分级授权体系，以满足精细化、实用化的权限控制需求。

系统权限包括功能权限、数据权限、授权权限三种类型，分别对用户的可使用功能、可访问数据和具有的授权范围进行约束。GIS平台根据当前登录用户的权限对用户使用的功能和访问的数据进行严格控制和分配。

4）安全审计

电网GIS平台提供系统运行的各类信息日志记录功能，提供各类系统事件和用户操作的详细记录，这些事件记录包括系统访问日志、功能日志、数据库访问日志等。提供对各类日志的查询和统计功能，及时分析系统安全事件，实现系统安全运行管理。

3. 数据安全设计

为了保证GIS平台管理数据的机密性、完整性和可用性，对GIS平台涉及的所有数据进行分类，分析数据的机密性、完整性和可用性的安全需求，采取相应的安全措施。数据安全的防护要点如下。

1）数据机密性保护

地图数据应采用数据加密方式保证数据的机密性，地图数据加密包括数据在网络的加密传输、本地缓存数据的加密存储。对不同机密性要求的数据可以采用不同的密码技术。

2）数据完整性保护

GIS平台与外部系统交换数据时，可以对数据进行完整性保护，即采用数字签名/数字摘要方式保证数据完整性。

3）数据可用性保护

对数据库进行定期备份，对不同数据可用性要求的数据采用不同的备份与恢复技术。

6.2.5　电网GIS平台数据应用集成设计

1. 与SG186一体化平台集成

电网GIS平台是构建在SG186一体化平台之内，实现对电网资源信息的统一管理，为其他业务应用提供图形服务支撑的企业级电网空间信息服务平台。电网GIS平台通过一体化平台的数据中心、数据交换、企业服务总线实现与各类业务应用系统的横向集成及总部与网省的纵向贯通。

通过企业服务总线，电网GIS平台发布各类电网空间信息服务，为生产、营销、ERP、调度、通信、规划设计、应急和实时系统等业务应用提供图形服务支撑，实现电网GIS平台与业务应用系统的紧密集成；通过数据中心、数据交换完成电网空间数据的共享与交换，实现总部和网省的纵向贯通；通过企业门户发布各类空间图形信息。

1）目录系统集成

电网GIS平台需要提供电网模型维护管理功能。电网设备建模是由各自单位的运行人员（或设备主人）分别进行维护。因此，需要在电网GIS平台中建立相应的人员组织机构和维护权限体系，以确保设备维护分工分界的准确。

按照 SG186 工程一体化平台目录系统的典型设计方案，电网GIS平台中的人员和组织机构都需要由目录系统统一管理。电网GIS平台中的组织机构和用户信息将由目录系统中

的身份同步工具（IDM）依据预定策略从LDAP中同步，包括在空间信息服务平台中不提供用户和组织机构的创建、修改和删除等功能，采用单向同步模式从目录系统进行更新。

2）身份认证集成

身份认证集成主要通过目录系统的访问网关（Novell Access Gateway）和身份认证管理服务器（Novell Identity Server）两大组件协作来完成。用户访问电网GIS平台时，统一以目录系统的访问网关为入口，由访问网关提供对电网GIS平台的安全访问认证。

对于通过企业门户访问电网GIS平台的WebGIS应用的情况，用户首先访问的是企业门户，然后通过企业门户系统的业务导航跳转到电网GIS平台，因此用户的身份认证实际是企业门户和访问网关协同完成的。认证成功后，企业门户向访问网关提交用户的电网GIS平台资源请求，由访问网关缓存用户请求的电网GIS平台资源后将其返回给用户。对于用户绕过访问网关发起的对于电网GIS平台资源的直接访问，电网GIS平台会截获识别后将转发访问网关。

3）与企业门户系统集成

电网GIS平台与一体化平台企业门户的集成主要包括两方面。

（1）单点登录集成。

通过单点登录集成，用户在信息平台的账号登录企业门户后，可以直接进入电网GIS平台提供的电网WebGIS应用，而无须再次进行登录和认证。

（2）页面接入集成。

通过页面接入的方式在企业门户系统框架平台中集成与用户所选处理信息相关的电网GIS平台图形页面，满足在企业目录中提供同一页面下的与多个业务应用集成Portlet之间的相互协作，实现与多个业务应用数据在企业门户的统一页面中的关联访问。

4）与数据中心的集成

电网GIS平台作为电网资源空间基础设施的维护和管理入口，必然需要将维护的电网资源空间数据与其他业务系统共享。按照SG186 一体化平台的功能划分，数据中心扮演了应用系统之间数据共享、交换的媒介。

电网GIS平台需要与其他业务应用共享的数据主要包含三类：电网图形信息、电网拓扑信息和电网资源属性信息。

电网GIS平台与数据中心交换数据的方式有两种。

第一种方式是通过ODS的方式来交换，即按照电网GIS平台的数据结构、数据之间的逻辑关系上在 ODS 中创建对应的结构，并通过 ETL 工具按照一定的抽取周期、抽取方式和抽取规则进行抽取。这种方式相对简单，因为交换的数据从数据结构、数据之间的逻辑关系上都与电网GIS平台基本保持一致，因此在抽取过程中极大地降低了数据转化的复杂性，而主要关注数据抽取的接口、数据量大小、抽取方式等方面的问题。

第二种方式是采用标准的电网数据交换格式来进行交换。电网设备台账、电网拓扑信息都可以基于IEC规范的CIM模型来表达；电网图形可以通过SVG来表达；由电网GIS平台调用数据中心提供的服务完成数据的增、删、改、查。这种方式的好处在于可以将电网

GIS平台中设备变化的情况及时反映到数据中心和其他共享系统。

5）与应用集成平台的集成

电网GIS平台与各类业务应用的集成，除了部分数据交换是通过数据中心方式以外，其他都是通过服务的方式对外提供，通过应用集成的企业服务总线，可以实现与各类业务应用的集成。电网GIS平台提供的各类电网空间信息服务都遵循面向服务架构，其自身的数据和功能均可以Web Service等标准服务的方式注册于应用集成平台，可通过集成平台的企业服务总线供其他业务应用调用，以实现数据和功能的交互。

2. 与其他业务应用集成

电网GIS平台与各业务系统进行集成，通过调用各业务系统的服务基于电网GIS平台对各业务应用的电网资源进行维护，并为各业务应用提供各类电网空间信息服务。电网GIS平台集成的业务系统包括生产管理系统、营销管理系统、通信资源管理系统、调度管理系统、应急指挥系统、车辆调度系统、电网规划系统及实时系统。电网GIS平台与业务应用系统的集成关系如图6-9所示。

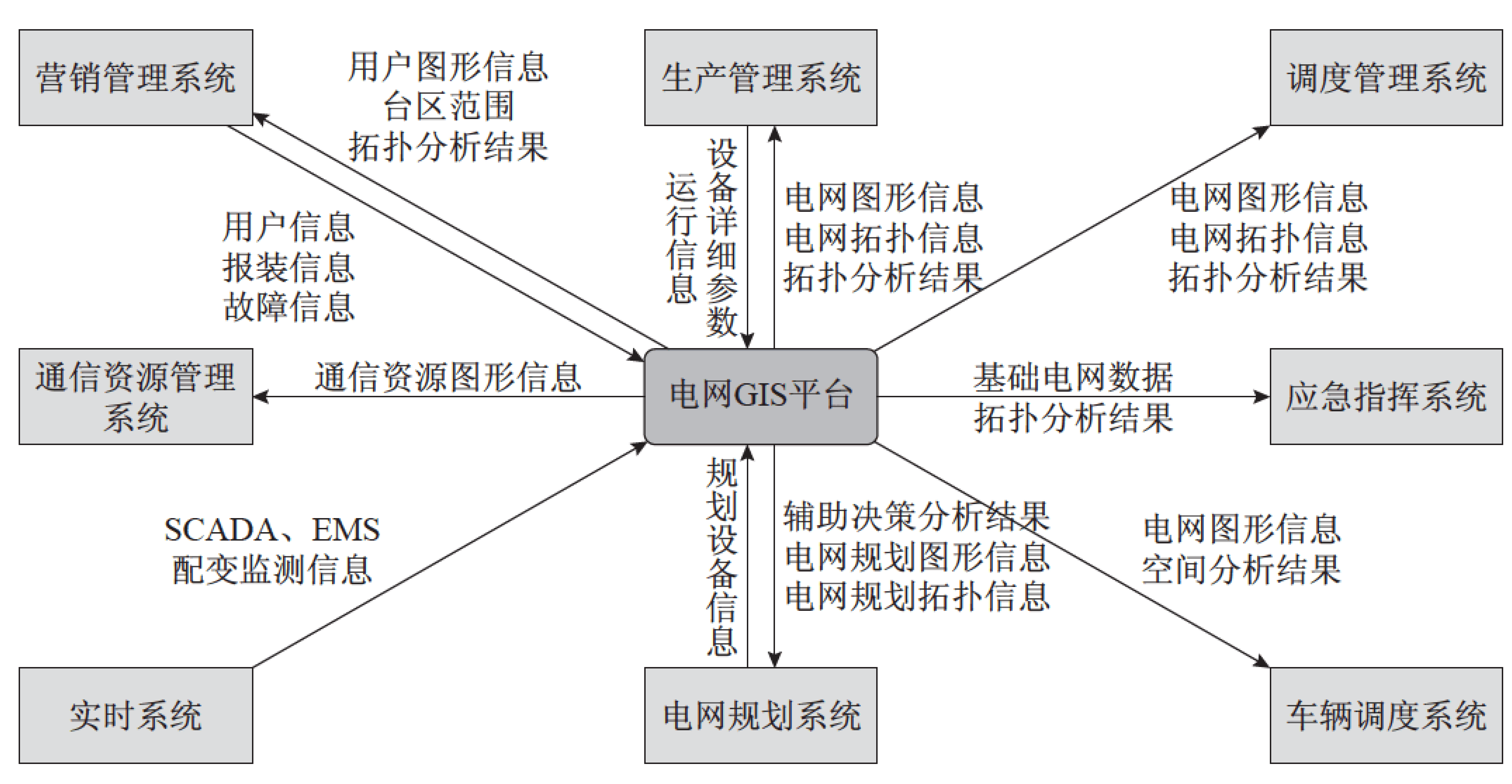


图 6-9　电网 GIS 平台与业务应用集成关系图

电网 GIS 平台与各类业务应用之间的集成按照集成方式分为两类：基础数据维护集成、业务应用集成。

1）基础数据维护集成

基础数据维护集成是指通过电网GIS平台与业务应用系统同步维护基础数据，实现电网资源图形、拓扑与台账之间的一致性和准确性。基础数据维护集成适用于电网GIS平台与生产、营销和通信等业务应用进行数据资源同步维护的场景。数据维护集成主要采用数据中心结合应用集成的模式来进行。对于传输数据量小，实时性要求较高的集成需求，通过应用集成服务调用的方式来实现。对于大数据量的信息同步、实时性要求不高的集成需求，通过数据中心方式进行数据共享与交换。

2）业务应用集成

电网GIS平台与业务应用之间的服务集成主要指业务应用系统通过调用电网GIS平台提供的各类电网空间信息服务（电网图形服务、电网分析服务等）来实现相应的业务应用功能。为了方便业务应用集成，减轻集成工作量，采用GIS应用框架结合服务集成的方式，即电网 GIS平台不仅提供空间信息服务，还提供一个GIS应用框架，将大多数GIS集成应用功能封装起来，业务应用系统通过调用该GIS应用框架，即可实现大多数应用集成功能；对于框架无法满足的功能需求，业务应用系统可直接通过调用电网GIS服务来实现业务应用功能。具体的集成模式如图6-10所示。

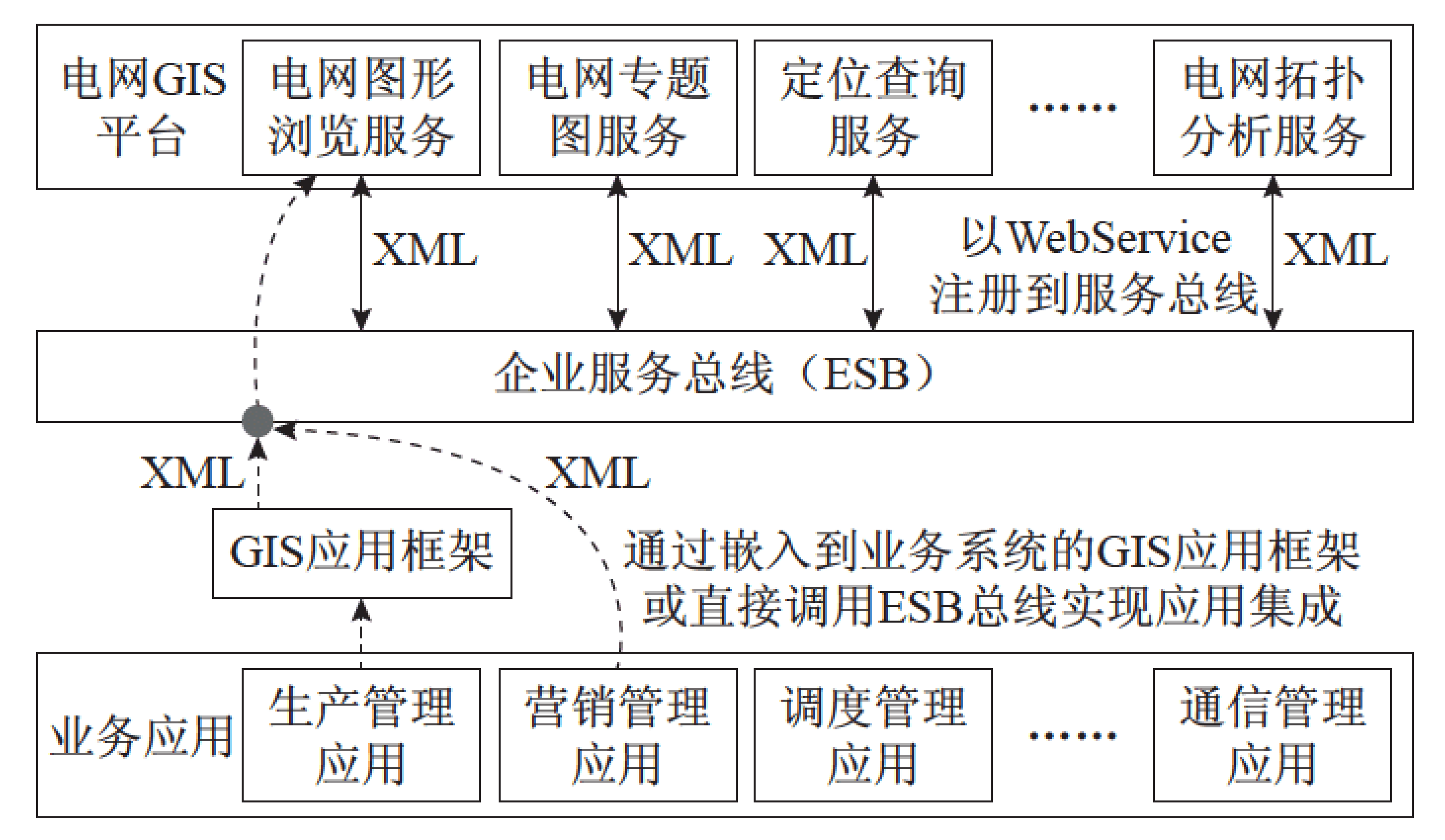


图6-10　GIS 应用框架结合服务集成方式

采用 GIS 应用框架结合服务集成方式，需要提供一套 GIS 应用框架；该框架照标准接口方式实现，并提供相应的功能组件，供业务应用系统直接调用。集成框架对电网 GIS 平台服务的调用通过企业服务总线（ESB）方式实现。同时，业务应用系统也可以通过企业服务总线直接调用 GIS 提供的服务来实现集

6.3　电网GIS平台业务应用辅助提升工具的研发与应用

本节主要介绍电网GIS平台业务应用全方位辅助提升需求分析、电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的主要功能、电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的设计方案、项目规划与实施过程的控制管理。

6.3.1　电网GIS平台业务应用全方位辅助提升需求分析

1. 系统应用现状分析

电网GIS地理信息服务平台（以下简称“电网GIS平台”）是SG186一体化平台之内

的企业级公共空间信息服务平台，旨在进一步加强电网GIS平台的建设与应用，充分发挥电网GIS平台的基础平台作用，为各专业业务应用提供电网空间信息服务。目前，电网GIS平台已经实现总部及省（自治区、直辖市）公司两级部署，已实现36套统推系统与电网GIS平台的集成，发挥了电网GIS平台的基础支撑作用，成为公司应用集成最多的平台类系统之一，有效地促进了平台深化应用和巡检工作不断深入。随着电网GIS平台建设与应用的逐步深化，应形成一整套科学、先进、完整的电网GIS平台建设与应用方法论，优化平台运维策略，大力推进平台的实用化，支撑公司“三集五大”与智能电网的信息化建设。

目前，针对已上线运行单位电网GIS平台的建设与应用情况开展巡检工作。电网GIS平台包含的建设与应用巡检功能模块，可以提供平台运行和数据情况两方面的统计分析数据。模块中共包含运行指标20个、数据指标6个，其中用于建设应用考核的指标包括区域覆盖率、应用集成情况、服务调用率、图形变更工程完成率、拓扑连通率、图数对应率和精确准确率共7个。

电网GIS平台巡检工作的开展，从多个方面促进了平台的实际应用。从巡检结果的情况来看，各参评单位的指标均较平台最初实施时有了大幅提高，提升了平台在各实施单位的区域覆盖、应用集成、使用频率、数据情况等方面的质量水平。截至目前，各参评单位的区域覆盖率指标已达到100%；应用集成情况方面，各单位已经实现与生产管理系统（配网部分），配电自动化系统的应用集成工作；日均调用率方面，各单位月均调用次数为11187次，平均日调用率为36.84%；月图形变更工程完成率方面，各单位月平均已达到90%以上；图数对应率方面，各单位平均已达到99%以上；精度准确率方面，各单位的精度准确率平均已达到97%以上。

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的研发，将电网GIS平台实用化推进分解为5个关键控制节点（管理支撑、平台性能、数据维护、业务应用、业务集成），四个层级应用需求（国网总部、省电力公司、地市/县及工区、基层班组）和一个考核与整改结合的评价手段（全方位综合考核与整改方案生成）。通过新增电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具研发逐步提升每个关键控制节点的应用水平，根据不同层级的需求提供有针对性的实用功能，同时保证实用化考核与整改能够全面覆盖各关键节点的所有使用细节，以考核促应用，实现电网GIS平台整体实用化水平的稳步提升；提升电网GIS平台应用支撑能力，为一线人员提供智能化的数据维护和问题解决方案、数据变更的历史轨迹和变更量，为不同层级管理人员提供准确全面的评价指标和辅助决策支持等。

2. 重点研究解决主要问题

1）优化电网设备资源空间坐标数据采集方法

电网设备资源空间坐标信息的采集成本是制约电网GIS平台全面覆盖（尤其是农电、低压电网）的主要因素。据统计，每年主网约变更5%的电网设备，配网变更为10%～20%，低压网变更则达到30%以上，实际电网的变更情况需要经设备维护人员或专

业队伍现场采集后同步维护到电网GIS平台中，方能保证电网GIS平台中数据的现势性与持续可用性，此项工作需要耗费庞大的人力物力。如何优化数据采集手段，在确保数据的准确性与现势性的同时，有效降低数据采集成本，是电网GIS平台应用深化过程中必须解决的问题。为了满足工作人员对电网设备规模、变更情况、变更操作的计算分析需求，电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具，应提供设备变更情况综合分析功能的实用化维护工具。

2）研究制定实用情况的客观分析工具

电网GIS平台目前已经向其他业务应用平台提供了4000余个图形功能，随着业务集成越来越多，电网GIS平台的功能使用情况将更加复杂。因此有必要实现对集成工作成果实用情况的客观分析工具，计算电网GIS平台集成功能的使用频率和应用效率，分析功能的易用性水平，为系统的集成工作方法、集成服务完善提出合理化建议。

3）应提供电网GIS平台业务应用辅助提升工具

平台目前的评价工作主要针对地市级及以上单位的应用情况检查，评价工具能够形成考核结果，难以提供给一线班组开展实际问题排查。但由于实际开展平台维护与应用的人员主要是基层班组人员，基层班组不能有针对性地全面自检，修改完善过程烦琐，系统中存留了大量问题数据。因此应在平台中实现深入基层班组的、全面检查的、能够引导有效解决系统问题的电网GIS全业务辅助数据平台，保障电网GIS平台实用化与数据基础水平稳步提升。

4）应提供设备变更情况综合分析功能的实用化维护工具

电网GIS平台目前的数据维护工作完全依靠工作人员的操作，需要耗费大量人力资源，维护效率不高。因此电网GIS平台有必要实现业务数据一致性同步维护、设备坐标批量快捷调整、数据智能化维护等一系列符合实际业务的实用化维护工具，有效缩减维护时间，提高维护效率，应提供设备变更情况综合分析功能的实用化维护工具。

综上所述，为保障电网GIS平台能为其他应用系统提供及时、准确、高效、可靠的电网空间信息服务，特设计建设电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具研发与实施项目。业务应用全方位辅助提升工具不以评价为目的，而是在完善补充指标评价体系，使指标覆盖平台管理支撑、平台性能、数据维护、业务应用、业务集成全部5个关键控制节点的所有应用细节的基础上，更多寻求有效提升平台5个关键控制节点的整体应用水平，扩展综合评价以实现深入基层班组的多层次检查与自检能力，同时形成面向各层级的平台问题综合分析及辅助整改方案自动生成，做到真正解决实际问题。工具能够全面保证平台应用与运维质量，保障电网GIS平台的实用化应用水平稳步提升，进一步促进平台集成深化应用工作开展，并为电网GIS平台的完善确定方向，因此电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的研发是非常必要的。

6.3.2　电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的主要功能

1. 系统建设原则

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的建设遵循如下原则。

1）统一规划，分步实施

按照集约化发展、标准化建设的管理要求，坚持统一领导、统一规划、统一标准、统一组织实施的原则，总体部署、分步实施、有序推进，统筹安排系统建设，确保建设顺利实施。

2）实用性与前瞻性相结合

坚持满足近期需求和实现远期目标相结合，既要体现前瞻性，又必须有较强的现实指导性。电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具研发，既要立足于电网GIS平台的实用化情况检查，促进系统运行、应用和数据情况评价工作的标准化、规范化和客观化，又要结合电网GIS平台的发展和建设需求，形成有效促进工作人员实际工作的辅助工具。

3）先进性与可靠性相结合

应不断加强技术研发，积极选择成熟的先进技术，并充分考虑工具的安全性和可靠性，因地制宜、统筹兼顾，保持系统技术领先态势，实现系统先进性与可靠性的有机统一。

4）高效性原则

电网GIS全业务应用数据管理平台通过先进的技术能够快速高效地形成评价结果，在最短的时间内查询出系统存在的维护缺陷，并通过直观的列表模式展示问题清单，形成辅助整改意见，为系统完善地快速实现提供时间保障。

5）安全性原则

电网GIS全业务应用数据管理平台是全面考评供电单位电网GIS平台运行水平、促进电网GIS平台实用化的重要平台，系统建设规划的安全防护措施显得尤为重要，系统建设应充分考虑系统的容错能力和抗干扰能力，保证系统长期稳定、安全、可靠、高效地运行。

6）兼容性要求

满足向下兼容的要求，软件版本易于升级，任何一个模块的维护和更新以及新模块的追加都不应影响其他模块，且在升级的过程中不影响系统的性能与正常运行。

7）易用性原则

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具应满足用户操作习惯、降低操作复杂度、提高工作效率、满足用户正常合理的要求，应具有良好的简体中文操作界面、详细的帮助信息等，参数的维护与管理通过操作界面完成。

2. 系统建设目标

为了有效提高电网GIS平台实用化水平，促进GIS平台的深化应用，加强平台功能

和数据质量管理，通过在电网GIS平台中增加电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具研发建设，实现与电网GIS平台的无缝衔接，全面监控管理电网GIS平台的性能与指标数据，实现指标覆盖平台管理支撑、平台性能、数据维护、专业应用、业务集成5个关键控制，总部、省公司、地市公司、县/工区/班组4个层级应用范围的综合评价，达到通过自动生成平台整改完善方案指导平台数据维护和业务深化应用的目标。

为了保障电网GIS平台的实用化应用水平有效提升，全面保证平台应用与运维质量，进一步促进平台集成深化应用工作开展。业务应用全方位辅助提升工具在完善补充指标评价体系，使指标覆盖平台管理支撑、平台性能、数据维护、专业应用、业务集成全部5个关键控制节点的所有应用细节的基础上，做到真正解决实际问题，包括有效提升平台5个关键控制节点的整体应用水平，实现深入基层班组的多层次全方位评价检查与自检能力，同时形成问题辅助整改方案自动生成等。

- 增加设备变更情况综合分析功能，增强平台对电网设备规模、变更规模及变更历史的有效管理，满足工作人员对电网设备规模、变更操作及变更追溯的计算分析需求。
- 实现对集成功能和接口使用情况的客观分析工具，计算GIS功能的使用频率和应用次数，分析功能的易用性水平，为系统的集成工作方法、集成服务完善、集成数据质量提高提供合理化建议。
- 实现从管理水平、平台可用性和平台实用化3个方向形成全面的考核指标体系，以全面的考核指标体系为手段，保障单位进行电网GIS平台数据质量、业务功能自检和问题排查。
- 实现深入基层班组的、全面检查的、能够形成有效解决系统问题方案的业务应用全方位辅助提升工具，保障电网GIS平台实用化的平台与数据基础水平提升。
- 全面考量服务器、数据库、中间件的实时状态，及时提供系统的状态异常和危险预警。通过对电网GIS平台运行数据的实时监测，实时记录并显示电网GIS平台运行状态。由平台的实时监测数据分析结论，提前预防宕机等安全事故的发生。
- 实现业务数据一致性同步维护，以保证集成系统间业务数据的维护的一致性，提供数据维护的效率，且避免数据的单方面维护导致的数据的不一致性。
- 实现设备坐标的准确性检查及批量快捷调整，对设备坐标的入库时准确性（精度、距离）进行检查，对手动绘制数据进行坐标采集后批量调整。
- 实现规范性管控工具，共包括规范上传下载管理、规范全面性检查等内容。

3. 系统建设主要功能范围

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具是在电网GIS平台上的功能新增。工具以两级部署实时监控为基础设计思想，范围界定于设备变更综合分析模块、功能应用和集成分析模块、指标评价管理模块、平台配置管理模块、实时状态监测模块、平台质量提升整改方案模块、业务数据同步维护模块、设备坐标批量调整模块、规范性管控模块共九大应用模块，实现全过程管理。

1）设备变更综合分析

实现对电网规模统计分析、变更规模统计分析、设备变更追溯分析以及过程记录管理等功能，满足用户对设备运行维护情况的全面了解。

- 实现电网规模统计分析，实现各层级应用人员对电网不同类型数据总量的统计。
- 实现变更规模统计分析，实现各层级应用人员统计主网、配网、低压及用户在不同周期发生变更的设备数量。
- 实现设备异动追溯分析，实现针对管理区域范围内的设备更新轨迹的追溯查询与显示分析。
- 实现过程记录管理模块，实现对用户关心的电网设备信息的编辑修改进行记录。
- 实现设备变更查询统计，实现各层级应用人员查询某一时间段内设备变更规模，及某个设备在一个时间段的变更情况。
- 实现设备变更详细信息查询统计模块，实现根据需要查询某一时间段内设备的变更量及变更的详细信息，包括变更的图形、属性、历史等信息。
- 实现更新轨迹对比分析模块，实现历史更新轨迹中设备与当前设备的对比。
- 实现问题筛选与处理模块，对各种指标进行统计分析筛选出平台存在的问题并进行处理。

2）功能应用及集成分析

通过面向业务集成的使用热点分析功能，实现对各个业务系统与电网GIS平台集成后应用重点数据资源和应用服务的实际使用分析，从而对后续优化和改进服务及业务集成接口提供分析依据。

- 实现集成资源数据热点分析功能，通过其他业务系统对电网GIS平台电网资源数据的使用频度记录，并对相关记录信息进行有效分析，得出各业务系统常用的电网GIS平台电网资源数据情况。根据实际分析结果，有针对性地对电网GIS平台电网资源数据进行数据质量提升完善，以优化电网GIS平台为其他业务系统平台提供数据服务的效率及精准度。
- 实现集成平台服务热点分析功能，通过其他业务系统对电网GIS平台应用服务的调用频度记录，并对相关记录信息进行有效分析，得出各业务系统常用的电网GIS平台应用服务情况。根据实际的分析结果，有针对性地对电网GIS平台应用服务进行优化提升及合理化改进，以优化电网GIS平台为其他业务系统平台提供应用服务的效率及精细化程度。
- 实现热点分析报告功能，通过集成资源数据热点分析功能及集成平台服务热点分析功能生成的数据生成相应的分析报告，以对电网GIS平台进行合理化数据及服务优化提升和完善。
- 实现业务集成统计分析模块，统计电网GIS平台集成业务系统数量及明细，集成系统涉及服务和功能数量及明细。
- 实现功能缺陷分析模块，对GIS平台功能进行缺陷性分析，并对分析结果进行

存储。

- 实现功能易用性分析模块，对平台4000多个功能的易用性、好用性进行分析，并对分析结果进行存储。
- 实现功能提升报告生成模块，根据对各功能和应用的分析结果生成功能提升完善报告。

3）指标评价管理

该功能从管理水平、平台可用性和平台实用化3个方向形成全面的考核指标体系，以此为自检手段，发现电网GIS平台中各种数据问题以及业务应用过程中的不足之处。通过巡检模块的建立，实现上级单位对下级单位的全面考核，从而促进电网GIS平台的整体完善工作。

（1）管理指标评价。

- 记录系统运维、数据处理等相关业务操作过程的相关管理规定，并检查相关管理规定是否具备必要的主要要素，主要要素是否完善并具有很强的可操作性和管理实施性，且有根据实际运用过程中遇到的问题进行更新推进的机制。
- 记录是否具备针对系统业务应用结构及相关管理制度所配备的相关管理组织，并检查管理组织是否健全、职责是否明确，并根据实际管理应用情况进行组织及职责的更新调整，且对组织中人员的职责履行情况进行评价，以便对管理组织进行优化。
- 定期对系统应用人员进行调考，实时检查系统应用人员的业务技能，并进行相关考核，以促进系统应用人员对系统的应用熟练程度。

（2）可用性指标评价。

- 实现平台运转分析功能。对平台的运转状态进行实时动态分析，能分析平台的运转异常状况，并对分析结果进行记录，对后续平台运转稳健保证提升提供依据。
- 实现功能可用性分析。对平台的功能应用使用情况进行分析，对平台的各个功能点的实际用户使用情况进行分析，发现功能应用的不足方面，以对后续功能提升提供可行性方案。
- 实现平台效率分析功能。在用户使用电网GIS平台系统的过程中，记录平台服务效率情况，对平台效率低下的情况进行记录，并分析引起效率低下原因，如用户访问量大，系统资源使用过高等。
- 实现数据规范性分析功能。在电网GIS平台数据应用过程中，对引起应用问题方面的数据进行分析，得出不符合规范性的数据，并形成分析报告，指导进行规范数据整改。
- 实现数据及时性分析功能。电网GIS平台业务系统与相关业务系统集成后，需要保证系统间数据的及时性，规避由于数据未及时传送而对业务应用造成影响。
- 实现数据协调性分析功能。通过数据协调性分析功能，实现电网GIS平台数据与对接系统数据的协调，提升业务应用效率。
- 实现数据对应性分析功能。通过数据对应性分析功能，保证电网GIS平台系统与

其他业务系统的数据对应关系准确。通过分析筛选出未对应数据，并生成问题报告，指导相关人员进行数据对应性修正。

- 实现数据一致性和正确性分析功能。通过一致性和正确性分析功能，确保电网GIS平台与其他业务系统平台数据的数据一致性及正确性。通过生成的分析报告，指导相关人员对问题数据进行修正，满足业务应用要求。

（3）实用化指标评价。

- 实现覆盖范围分析功能。通过对电网GIS平台使用人员区域性分析，得出单位覆盖、人员覆盖范围。通过对相关人员管辖设备所属区域情况并结合系统整体设备情况得出设备覆盖范围。通过分析结果指导后续电网GIS平台使用推广。
- 实现应用情况分析功能。通过对电网GIS平台的应用频率、功能使用频率以及与数据中心、目录与门户的集成应用情况的分析，得出实际应用情况，形成应用情况分析报告，以对应用完善、应用提升提供实际参考。
- 实现专业应用情况分析功能。通过对电网GIS平台系统与其他业务系统的集成数量，集成功能点可用性以及对专业覆盖类别的分析，得出电网GIS平台的专业应用情况，对后续电网GIS平台专业应用提供指导。

4）巡检考核

- 实现指标定期上报功能。此功能实现省公司建设与应用指标向总部定期自动上报，满足总部对省公司的建设与应用情况核查。从而促进各单位对平台优化提升工作的重视。
- 实现巡检数据查询功能。此功能实现省公司内部各层级巡检数据查询生成，并将生成的数据结果，定期形成巡检月报备案保存。
- 实现运行指标发送功能。此功能自动按照IMS监测周期以JMS消息模式主动发布平台运行情况指标。

5）指标综合统计分析

实现对管理指标、可用性指标、实用化指标的综合分析，实现电网GIS平台全方位评价，得出综合结论。

（1）指标分析报表。根据指标综合分析统计结果进行指标分析报表的自动生成。

（2）指标对应明细统计。对指标分析结果进行明细分析对比，可得出指标结果的具体原因。

（3）指标缺陷的分析。对指标环评过程中，各项指标均较高，但应用效果或数据质量较差进行缺陷分析。

6）平台配置管理

完善显示方案配置、权限配置、功能配置、服务配置以及指标管理配置，实现统计报表配置和追溯过程配置，以确保电网GIS平台运行质量。

- 完善显示方案配置。电网GIS平台前期完成了对电网图元符号的分类、分组及符号编辑、保存等功能。图元符号管理提供对生产、营销、通信、应急等各类电网

资源的图元符号的管理功能。这里针对用户提出的新功能配置和地图配色方面的图元符号、样式等内容进行显示配置完善，以满足用户个性化需求。主要面向省公司。

- 完善权限配置。电网GIS平台前期完成了对组织机构管理、用户的管理、系统账号管理、平台功能使用权限的配置管理工作。这里对不同用户管理的范围访问权限进行限制、根据用户所在的组织机构确定其初步访问数据的范围，减少不必要的数据，以免干扰用户的使用。
- 完善功能配置。电网GIS平台前期完成针对不同的用户进行功能配置的管理，但覆盖范围小、没有个性化设置。这里对总部、省、地市、县公司/工区/班组的功能模块进行配置，实现不同层级的用户访问不同的功能，避免无关数据的下载和操作影响平台的性能和使用。主要面向总部、地市公司。
- 完善服务配置。电网GIS前期实现了对地图服务、空间信息服务以及数据交互服务等典型应用框架的服务配置管理工作。这里根据用户的新增功能和服务需求进行完善配置，针对不同用户的需求制定不同的服务配置模式，主要面向省公司。
- 完善指标管理配置。电网GIS平台前期实现了7大类运行指标、6大类数据指标的配置管理工作。这里针对上述指标进行优化，并在其基础上实现管理指标、运行指标、数据指标、应用指标、业务集成指标共72项指标的配置管理，实现对不同层次的指标需求进行配置。主要面向总部、地市公司。
- 实现统计报表配置。根据报表的要求进行报表风格、内容的自定义配置。主要面向总部、省公司。
- 实现追溯过程配置。对变更数据追溯的时间、内容等详细程度进行配置。

7）实时状态监测

实现服务器硬软件监测、GIS服务监测，生成实时监测数据，并以柱状、曲线等效果图展现，提前防范安全事故发生，形象展示电网GIS平台当前的运行状态。

- 实现中间件状态监测。对平台中Web应用服务器、拓扑服务器、代理服务器、实时栅格化服务器的平均响应时长、健康运行时长、资源池、负载等性能参数进行实时监控，并绘制各服务器运行状态曲线，综合展示服务器运行状态，为监控人员提供状态展示及预警，并能按用户自定义方式提供各个阶段的运行状态分析报告。
- 实现GIS服务监测。电网GIS有4000多个功能点为其他业务系统提供服务，涉及服务类型多，传送方式多样化，通过服务监测保障各服务稳定，同时实现服务应用最大化。
- 实现运行效率分析功能。对监测平台完成各项操作所使用的时间与标准值进行比较，进而形成系统运行效率的趋势变化曲线，通过此种分析方式实现对平台运行效率整体情况反馈，并能提供运行效率分析报告，以指导对服务器资料的合理调配。

- 实现监测报告生成功能。对以上监测及分析形成整体报告，以便备份留档管理。
- 实现宕机预警分析功能。综合分析服务器、中间件等的实时监控数据，根据实际宕机情况设定预警参数。系统根据设定自动向管理或运维人员发出预警信息。
- 实现服务器状态监测功能。电网GIS服务器类型较多，包括代理服务器、栅格服务器、数据库服务器、各应用服务器。通过对底层服务器进行直接数据查询、事务处理、日志、负载、吞吐等状态监控，记录相关的监控数据，并对监控数据进行分析，得出当前各服务器的运行状态，并展示相关信息参数数据，为监控人员提供状态展示。
- 实现数据库状态监测。实时对数据库服务器进行数据查询、数据维护、事务处理、日志记录等的操作状态监控，记录相关的监控数据，并对监控数据进行分析，得出当前数据库的运行状态，并展示相关信息参数，为监控人员提供状态展示及预警，并能按用户自定义方式提供各个阶段的运行状态分析报告。
- 实现功能成功率监测。得出平台在运行过程中启动平台相应功能后能正确返回结果次数与平台启动相应功能次数的比率，用于监控平台的功能性故障。

8）平台质量提升功能

实现电网GIS平台数据情况总体分析功能，形成月度数据情况考核功能，以及问题清单反馈和形成辅助整改意见的功能。

- 实现数据情况总体分析功能。结合对数据覆盖率、设备关键属性完整率、图数对应率、图数一致率和拓扑连通率等数据指标情况进行综合统计分析，并辅以按组织架构、按区域等多种分类方式以得出系统总体数据情况，形成以按组织架构、按区域等多类别的总体数据分析报告，以确定重点单位和区域范围，进而辅助工作决策。
- 实现月度数据情况考核功能。每月定期生成单位的管理、运行、使用状态，系统对各单位的月度情况进行综合评定分析，并生成分析清单及考核报告，以辅助本单位开展自查工作及为上级单位提供管理监督工具。
- 实现问题清单反馈功能。通过指标统计得出系统的问题数据，对统计过程完成后形成的各类数据形成报表数据，功能提供对问题数据的快速定位操作，提高各单位问题解决效率。
- 实现自动生成辅助整改意见功能。通过平台对问题数据进行分类汇总，自动生成整改意见，各单位可参照意见对问题进行全面、批量解决。
- 实现功能应用综合分析。对平台功能集成及应用状况的频率、速率等进行综合分析。
- 实现集成情况综合分析。实现其他业务系统与GIS平台集成情况的综合分析，为集成提升和集成优化提供依据。
- 实现问题报告生成。对各类问题进行统计分析，并根据需求生成问题报告。
- 实现问题批量智能整改。实现通用、有规则的数据、平台功能问题的智能整改。

9）业务数据同步维护

实现电网GIS平台与其他业务系统间的数据一致性同步维护操作，通过手动同步方式实现单个设备或批量设备同步维护操作，提高了系统的智能性，更高效、更便捷地完成数据一致性同步维护工作。

- 实现对电网GIS平台各个系统间的数据一致性检查。可以对电网GIS平台与其他业务系统平台的数据进行公共数据比对，生成数据一致性差异报告，根据数据一致性同步分析，生成分析结果详细清单，以差异报告形式予以展现，方便相关人员的查阅及数据治理。
- 提供数据一致性同步维护功能。通过权限设定为单设备或多设备提供GIS向其他业务系统（或者其他业务系统向GIS）的单项同步功能。
- 实现业务数据集成维护。与PMS、营销、配网自动化系统的业务数据集成维护。
- 实现数据差异性维护。对集成各业务系统的非公共部分数据进行差异性分析，根据不同业务系统的情况分别进行差异性维护。
- 实现双向数据同步。实现不同业务系统，同一业务应用的业务数据互通。通过双向数据同步实现数据的一致性。
- 实现单向数据的同步。对数据单向交换的数据进行单向数据同步，确保数据单轨维护。

10）设备坐标批量调整

实现系统对电网测绘采集坐标进行准确性检查及根据电网测绘数据批量调整坐标位置功能。此模块进一步保证了入库坐标的准确性及坐标批量调整工作的高效性、准确性，同时保证了拓扑数据的稳定性。

- 实现数据坐标准确性初判，完成对测绘数据的初检测。在测绘数据提交时，通过系统自动完成测绘数据核实，梳理测绘数据准确性，使采集数据中的异常数据在入库之前被发现，避免入库后再做检查调整，从而提高设备维护效率，减少设备维护周期。
- 实现电网设备位置预览分析。通过电网设备位置预览功能，能实现电网设备坐标预导入并对位置进行预览，以查看坐标位置情况。
- 实现设备坐标批量移动。在提交测绘数据后，根据设备ID或设备名称自动匹配平台现有设备以进行设备位置批量移动调整。
- 实现设备坐标批量调整报告。在对设备坐标进行批量调整后，系统将生成设备位置调整报告，以形成档案，记录设备位置变更信息。
- 实现坐标位置回溯。对更新后的设备坐标进行历史状态回溯，进而得出设备改造前后的位置信息，为电网的发展推演提供依据。

11）规范性管控

实现规范性管控工具模块的建立，保证GIS平台支撑组件构建过程的规范性、完整性、合理性、高效性以及高可用性。

- 实现规范上传下载管理功能。通过规范上传功能，保证对系统的建设进行规范性

把控；通过规范下载功能，保证各应用单位实时有效的执行上级单位的相关。

- 实现规范全面性检查功能。通过规范全面性检查功能，对系统进行总体全面检查，及时发现问题，并进行调整，以保证系统的整体性。
- 实现规范执行情况检查功能。通过规范执行情况检查功能，对系统的规范执行情况进行检查，及时发现不规范情况并进行整改，避免出现严重后果以对系统造成破坏，保证系统的规范性。
- 实现规范审批管理。对规范变更流程的审批进行管控。
- 实现数据入库前规范情况检查。对数据入库前的规范执行情况进行检查，及时发现不规范情况并进行整改，避免出现数据不规范以对系统应用造成影响，保证系统的规范性。
- 实现编码规范的管理。统一编码管理功能，通过统一编码管理功能，对系统的编码管理进行规范化，保证编码工作开展的合理、高效、有序。

6.3.3　电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的设计方案

1. 业务架构设计

根据国网总部、省地市及工区、省基层单位对业务应用辅助提升工具的不同需求情况，业务应用辅助提升工具的业务架构主要涉及公司总部、省电力公司、省地市及工区、省基层班组4个业务域，开展规范管理、集成应用分析、平台运行状态监测、运维质量考核与自检、平台维护辅助指导、业务应用、集成功能使用分析。下面介绍总结工具的业务架构。

（1）国网总部开展的主要业务：对省公司开展的指标巡检与评价工作；对国网总部层面的运维制度、规范的标准化管理与维护，同时开展省公司规范全面性、完整性、统一性以及规范执行情况的检查；进行统推业务集成的应用情况与改进需求的分析，为平台完善工作提供客观依据。

（2）省公司开展的主要业务：对省地市公司开展的指标巡检与评价工作，同时进行全省指标自检和整改报告形成，有针对性地开展平台整改工作；对省公司层面的运维制度、规范的标准化管理与维护，对国网总部层面的运维制度、规范的查询下载，同时开展地市公司规范执行情况的检查；对省级部署平台的实时状态进行监测，确保系统稳定运行；进行统推业务集成的应用情况与改进需求的分析，为平台完善工作提供客观依据。

（3）地市及工区开展的主要业务：对下级单位开展的指标巡检与评价工作，同时进行全地市或工区指标自检和整改报告形成，有针对性地开展平台整改工作；对国网总部和省公司层面的运维制度、规范的查询下载，同时开展下级单位公司规范执行情况的检查。

（4）基层班组开展的主要业务：进行工作范围内的指标自检和整改报告形成，有针对性地开展平台整改工作；实际维护工作中应用工具提供多项便捷功能实现维护工作效率

提升；对国网总部和省公司层面的运维制度、规范的查询下载。

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具研发与实施项目的主要业务内容如下。

（1）设备情况综合分析，增强平台对电网设备规模、变更规模及变更历史的有效展现，满足工作人员对电网设备规模、变更操作及变更追溯的计算分析需求。

（2）集成接口使用情况客观分析，计算集成业务系统对电网GIS平台数据及服务的使用热点分析，分析服务及数据的使用热点所在，为系统的集成工作方法、集成服务完善、集成数据质量提高提供合理化建议。

（3）管理水平、平台可用性和平台实用化3个方向全面的考核指标体系，以全面的考核指标体系为手段，保障单位进行电网GIS平台数据质量、业务功能自检和问题排查。在建立完善的实用化评价指标体系的基础上，形成考核评价结果并提供问题数据清单进行问题反馈，以考核促应用，全面保障运维质量。

（4）平台质量提升整改，实现深入基层班组的、全面检查的、能够形成有效解决系统问题方案的业务应用全方位辅助提升工具，保障电网GIS平台实用化的平台与数据基础水平提升；系统自动生成问题清单及整改方案，协助基层单位快速完善平台内容，有效保证平台的指标和运维效率。

（5）平台运行实时状态监测，全面考量服务器、数据库、中间件的实时状态，及时提供系统的状态异常和危险预警。通过对电网GIS平台运行数据的实时监测，实时记录并显示电网GIS平台运行状态。由平台的实时监测数据分析结论，提前预防宕机等安全事故的发生，辅助运维人员保持平台良好运转。

（6）实现业务数据一致性同步维护，以保证集成系统间业务数据维护的一致性，提供数据维护的效率，且避免数据的单方面维护导致的数据的不一致性。为了有效辅助基层单位的快速、准确运维，针对实际业务需求，工具提供了数据一致性同步维护等实用化维护功能，提升基层单位运维效率，保证数据的准确性与及时性。

（7）实现设备坐标的准确性检查及批量快捷调整，对设备坐标入库时的准确性（精度、距离）进行检查，对手动绘制数据进行坐标采集后批量调整。

（8）规范管控作为平台运维水平的基础，运维规范的全面性、统一性、执行情况等方面需要有效的管理和监督。电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具提供了规范性管控模块，保证了总部、省公司的规范制定、检查与管理，同时满足基层单位的规范查询与下载需求。规范性管控主要包含规范上传下载、规范全面性检查、编码规范管理功能。

GIS平台规范涉及的内容广泛，版本较多，且在不断更新中，给规范管控造成较大的障碍。通过规范管控解决目前对于GIS平台的相关规范没有统一、集中、系统的管理缺陷。通过规范上传功能，对规范进行统一集中的系统管理，为系统规范查询、规范更新及后续规范应用起到基础支撑作用。

2. 应用架构设计

按照电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的平台定位及各业务应用的需求进行

抽象和设计，电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具需要新增建设设备变更综合分析模块、功能应用和集成分析模块、指标评价管理模块、平台质量提升整改方案模块、平台配置管理模块、实时状态监测模块、业务数据同步维护模块、设备坐标批量调整模块、规范性管控模块等共九大应用模块，以满足电网GIS平台业务应用提升及深化应用的需要，从而更好地支撑其他业务的应用。

1）综合分析

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具提供了电网规模、周期内变更规模及变更轨迹的展现功能，满足各层级单位的宏观查询需要。

2）应用集成分析

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具提供了集成资源数据热点分析、集成平台服务热点分析以及热点分析报告的生成功能，满足平台集成优化、集成服务优化及热点数据维护质量的优化的需要。

3）指标评价

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具提供了指标评价管理模块，主要包括管理指标评价、可用性指标评价、实用化指标评价以及指标巡检报告生成；满足各层级单位对本单位所辖各项工作有一个客观的认识，发现不足，修正不足。

4）平台质量提升

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具提供了平台质量提升模块，旨在针对发现的问题提出整改参考意见，并提供智能整改途径，提供方便快捷的整改手段，提升问题整改的效率及准确性。

5）平台配置

针对应用人员角色对其配置对应的功能、服务，根据各单位对下级单位的考核需要，利用考评指标管理进行灵活配置，满足不同层级、不同单位对应用考核的需求。

6）实时状态监测

实时状态监测包括数据库状态监测、中间件状态监测、服务器状态监测、运行效率监测。数据库状态监测、中间件状态监测和服务器状态监测是对数据库、中间件和服务器实时运行加以监测，检测是否正常运行；运行效率监测是对平台的运行效率进行监测；在这个基础上进行宕机预警，并辅以监测报告生成。

7）业务数据同步维护

业务数据同步维护，以保证集成系统间业务数据维护的一致性，提升数据维护的效率，且避免数据的单方面维护导致的数据不一致性。

8）坐标准确检查及调整

实现设备坐标的准确性检查及批量快捷调整，对设备坐标入库时的准确性（精度、距离）进行检查，对手动绘制数据进行坐标采集后批量调整。

9）规范性管控

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具还提出了规范性管控，包括规范上传下

载、规范全面性检查、编码规范管理等内容。对平台运行涉及的管理文档及数据规范进行统一的管理与核查，保证平台运行及数据录入的规范性，提高平台数据质量及运行效率。

3. 数据架构设计

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的数据架构按照电网GIS空间信息服务平台的数据架构进行设计，用于支持电网GIS空间信息服务平台的各种指标统计及分析功能。

为了提升电网GIS空间信息服务平台的深化应用，电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具采用了数据库抽取汇总机制。按照检查的项目标准抽取数据，通过人工整合和程序自动检查抽取的方式进行核查，并将核查结果汇总至统计表中，在前台体现数据核查的结果。

数据模型将分为4类，其中系统类基本使用原来的数据模型，对与分部、省公司相关的部分进行扩展和改造；其余的过程类、实体类、分析类数据模型由原系统的业务类数据模型整合得到，过程相关的属性记录在过程数据中，便于追溯历史情况和对业务处理过程进行跟踪和分析；业务数据转化为分析类数据模型，便于对业务对象进行统计分析。统一设计的数据模型可以从业务操作、过程跟踪、综合查询和智能分析4个方面为业务应用提供全面的支撑。

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的总体架构设计将数据架构分为基础数据、事物数据、非结构化数据，并与其他系统进行集成，进行数据交互，保障数据的实时性、唯一性、准确性。

根据数据的技术特性和用途，电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的相关数据可以分为2大类、5小类。

1）结构化数据

（1）主数据：基于电网GIS平台统一管理的业务数据。

（2）基础数据：电网GIS平台日常使用及需要集中批量导入的业务数据。

（3）事务数据：业务流程执行过程中在电网GIS平台中产生的业务数据。

2）非结构化数据

（1）模板：相关导入的信息模板。

（2）文件：系统监控中及日常事务产生的图片、设备照片文档等数据。

其他数据包括目录、门户系统数据、IMS系统数据、营销系统、地理信息平台数据、非结构化平台数据、计划系统管理平台等数据。

4. 技术架构设计

1）总体技术组件模型

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具基于GIS现有数据，结合各专业系统数据，通过服务进行分析存储，并向典型应用框架提供指标数据结果展示的平台。总体分为数据层、服务层和表现层。

（1）数据层。数据层把数据库相关的操作封装在业务基础组件架构中，业务逻辑层

以对象的方式操作数据，业务逻辑层所需要的持久化数据也可以由数据持久层映射到数据库。

为了提高平台的灵活性和开发效率，业务基础组件架构采用统一的方式提供数据获取服务。开发人员对业务对象建模，提供数据库表和对象的映射信息，并将信息存储在模型数据库中，平台在运行期间根据模型定义数据动态生成数据操作语句。

数据持久化层还将加入针对不同类型数据的分析和处理策略，从而在一次业务处理之后，通过业务对象的变化可以同时产生过程数据、实体数据和用于分析的数据，并将其持久化，简化业务逻辑层的输出，提高业务逻辑层的处理效率。

此外，数据持久化层还将采用缓存技术为业务对象的定义信息和其他相对固定的数据提供高效的数据缓存策略，避免在获得这些数据时形成数据库瓶颈。平台进行管控分析的主要数据基础为从GIS、PMS、营销、配网自动化、数据中心、非结构化平台等生产体系信息系统获取的各自资产数据信息，针对不同的系统情况，目前可以采用服务接口或数据库两种方式实现数据获取。

（2）服务层。服务层将平台的各项监测功能与查询分析功能封装成服务，供管控平台展示、分析、应用、调用。管控平台实现了监测服务程序定期自动获取各系统的资产数据信息，并通过数据间的比较、分析计算获取各项指标结果后存入数据管控平台数据库，提供管控指标展示服务，满足已计算指标数据的查询与分析。另外，省级监测服务在获取数据的同时向国网总部管控平台自动发送指标信息，满足总部数据管控工作需求。同时服务层还在两级部署中起到了前台展示与后台数据沟通的作用。每个页面展示都对应着一个以上的服务接口，与总部间的交互服务也使得国网总部可以便捷地查询和监测各个网省的平台运行情况、数据维护质量与及时情况等信息。

（3）表现层。表现层是展现给用户的应用系统。管控平台应用自动监测服务提供展示与分析应用功能，本系统采用二级部署的方式满足省和基层的数据情况查询与问题分析需求。总部管控平台直接基于省自动发送的指标数据向总部提供管控指标展示与分析功能。

2）系统集成设计

（1）总体集成。电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的集成关系主要包括内部子系统之间的集成关系、与外部系统间的集成关系。外部系统主要涉及PMS 2.0、营销系统、非结构化数据平台。

各系统间的集成实现技术包括界面集成、数据集成、应用集成三种方式。对于需集中展现相关业务系统的功能页面，且不影响原业务系统业务操作，同时避免用户登录不同系统时频繁切换页面的情况，可采用界面集成的方式实现；对于系统间数据共享涉及大规模数据传输、转移的情况，可通过数据集成的方式实现；对于系统间信息交互及数据共享涉及少量准实时数据传输、消息传输的情况，可通过应用集成方式实现。

在电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具总体集成中，将业务系统划分为一级部署和二级部署两类。随着部分系统一级部署建设工作的不断推进，如ERP、协同办公等系统，系统总体集成关系以实施时各业务系统部署状况为准。

（2）集成设计。

①界面集成。界面集成是实现软件集成的手段之一，是指将几种相关系统的界面统一集成到一个界面中来，统一入口，统一界面，避免登录不同系统时频繁切换页面，将几种系统的优点集成到一起。界面集成方式对原有业务系统影响较小，原有业务系统只需提供相关功能页面的URL地址或接口即可。

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具与门户目录集成，用户通过门户实现单点登录；通过界面集成技术实现电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具研发与实施，集成电网GIS空间信息服务平台等系统的相关操作页面，获取相关的地图信息；总部电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具与一级部署系统（综合计划系统等系统）进行界面集成，实现综合计划类等指标的穿透查询；总部电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具与二级部署系统（营销系统、非结构化平台、生产管理系统等系统）进行界面集成，实现对总部的资源类、客服类、生产类等指标的穿透查询；通过目录级联认证技术实现总部电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具与省（市）公司二级部署系统的穿透查询；通过目录反向级联认证实现省（市）公司工作台对一级部署系统穿透查询。

②数据集成。数据集成是现有企业系统间集成解决方案中最普遍的一种形式，主要指将不同来源、格式、特点性质的数据在逻辑上或物理上有机地集中，从而为企业提供全面的数据共享。发生在企业内的数据库和数据源级别，通过从一个数据源将数据移植到另外一个数据源来完成数据集成。

根据电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的数据需求来源，分析信息支撑系统数据存储区域各部分之间、总部（或省（市）公司）层面业务数据流转与信息支撑系统之间、总部业务数据与省（市）公司业务数据流转与信息支撑系统之间的数据的流转关系，形成数据集成设计图。

总部（或省（市）公司）业务系统数据以ESB方式为主、数据访问方式为辅实现业务数据接入总部（或省（市）公司）数据中心，支撑信息支撑系统；针对ERP套装软件系统主要采用以数据推入BW后对外共享方式为主、ESB方式为辅的方式实现与外部系统集成；两级数据中心数据交互（含总部一级部署业务系统数据下发及省（市）公司业务数据上报）根据数据量分别采用DXP/ESB方式实现贯通。

③应用集成。应用集成是企业系统间集成解决方案中最主要的一种形式，主要是指将基于各种不同平台、不同方案建立的应用软件和系统中的数据与逻辑进行准实时集成。应用集成的最佳方式是：基于企业服务总线，各个应用系统将逻辑的不同功能单元抽象为Web服务，这些服务之间定义了良好的接口和契约，通过面向服务架构中的企业服务总线联系起来。对于不同集成需求，企业服务总线可提供同步与异步两种集成模式，其中异步模式可通过JMS消息机制实现，以满足对实时性要求较高的需求。

在SG186期间，国家电网公司在公司总部及省公司搭建了应用集成平台，其核心组件为企业服务总线。电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具通过企业服务总线实现各子系统间、与外部系统间、总部与省（市）两级应用间的应用集成。

电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具通过调用协同办公系统注册在企业服务总线（ESB）上的接口服务，实现反馈任务执行结果的获取、任务状态查询、任务单的接受等功能；电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具通过调用流程监控平台提供的API，实现流程监控信息及展示数据的获取；电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的需要上报总部电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的异动数据（实时）需要通过ESB技术实现；总部电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具通过ESB技术方式下发至省（市）公司工作台；数据资源管理工具通过API直接调用，实现电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具与数据资源管理工具的集成。

6.3.4　项目规划与实施过程的控制管理

项目管理为是一整套科学方法或过程，它通常用于项目的整个生命周期，这些管理方法确保了此过程的严密性和可预言性。这里采用的管理方法指在预算费用及日程内满足客户的要求，从而极大地提高项目成功可能性的方法。

1. 项目管理规范

1）建立严格的评审制度

对重大里程碑的事项（如需求分析、需求变更、总体设计方案、测试方案、实施方案、培训方案、上线方案等）在各阶段产生的交付成果都必须在客户和公司之间或者在项目组内部进行评审，并以此作为双方互相信任、认同和工作的基础，做到项目目标明确、有理有据。

2）明确的分工和责任

明确客户方、公司方的各自分工和责任，根据制订的项目计划、将任务分解分段、分配到具体执行人员上，并明确任务完成的时间和交付的成果。

3）各种工具和管理

配套建立项目的风险管理、参数配置管理、人员资源管理、源代码的管理、版本管理、测试管理、文档管理等各种管理，并结合先进的管理工具来集中和跟踪。

4）需求变更管理

项目经理在项目管理中始终牢记“用户的参与是项目成功的一项关键因素”的要求，在需求分析过程中会不遗余力地对用户的需求和期望进行尽可能详细的阐述。当用户需求发生变更时，项目经理会遵循“渐进明细”的发展规律，在原用户需求制定的项目基线基础上，结合过程控制的当前数据信息进行动态调整。当用户需求变更超出项目进度/成本允许的偏差时，项目经理将进行变更申报，以获得双方领导的审批认可。

5）阶段提交成果

对于本项目而言，文档管理是确保成功的重要一环。项目管理方法论中明确指明了各阶段应提交的主要文档名称、内容及格式等。

2. 质量过程管理规范

严格贯彻ISO9001/CMMI质量保证体系标准，并定期进行全员质保知识和技能培训。项目经理编制质量保证计划，经质量管理部门的质保/质控审核后，开始实施执行，质量管理部门对可交付成果的质量负责。质量部门对项目经理如何看待和组织产品质量检验的建议，直接影响对项目经理的绩效考核。在项目组的测试计划、测试方法、测试脚本准备就绪后，质检人员根据软件功能/性能要求对测试计划进行审批，按照质量保证计划的要求组织测试数据。

3. 测试管理规范

测试管理规范严格按照系统必须经历测试阶段、每个阶段的测试内容、对应测试内容所采用的可靠测试方法和工具等进行组织。

测试阶段划分为整个测试分单元测试、系统测试、集成测试和验收测试4个部分。

测试阶段的工作过程：每阶段分别定义本测试阶段工作的前提条件、本测试阶段的工作内容以及执行工作内容后形成的本阶段工作成果，只有本测试阶段的工作前提满足后才能开展测试工作。

测试阶段之间的关联：上一阶段的工作成果是下一阶段的工作前提，只有上一阶段工作顺利完成并经过评审后，才能进行下一阶段的工作，环环相扣。例如，单元测试完毕后形成单元测试报告，在进行系统测试之前单元测试报告必须评审通过。

4. 项目周报制度

项目周报制度是为了保证项目实施有效性的一套制度规范。该规范贯穿项目实施前的业务咨询、业务分析，项目实施中的需求调研、系统设计、系统开发、系统测试、系统安装部署，项目实施后的系统维护等全部过程。这项制度有助于项目经理、客户经理、项目领导层及时发现问题、及时解决问题，保证项目实施的有效性。项目领导层每周对项目的进展情况进行检查。

1）项目领导层检查

项目领导层对项目周报进行检查，并批复、指导项目经理、客户经理的相关工作。

2）项目经理周报

项目经理每周对本周项目进展情况进行简要说明，若需要详细说明，可以用附件的方式单独详细填写。

3）双周汇报

每两周项目经理向信息部专责当面进行汇报两周的项目进展情况，若需要详细说明，可以用附件的方式单独详细填写。

5. 项目实施进度管理

1）启动阶段

该阶段包括梳理工作思路，编制总体工作方案，制订计划，落实工作环境，组建项目团队，明确项目管控机制。

2）需求分析阶段

该阶段包括开展业务调研、需求分析，编制需求分析报告和需求规格说明书。分组分批次同实施人员、班组一线人员开展业务分析和需求调研；组织相关业务人员和应用人员开展需求调研讨论，编制需求分析报告；开展需求分析整理，编制实用、可行、系统的需求分析规格说明书。

3）系统设计阶段

根据需求分析报告、需求规格说明书组织开展系统概要设计、详细设计、界面设计、功能设计，编制概要设计及详细设计说明书，完成原型系统开发。组织相关专家和应用人员开展设计评审。

4）系统编码测试阶段

根据设计说明书开展系统功能编码，对各功能模块进行代码实现，并对各模块进行编码测试、功能测试和集成测试等。

5）系统上线试运行阶段

组织试点单位开展系统部署、用户培训；完成试点范围数据分析、指标评估、功能分析报告的提取、整改方案的生成处理等，实现电网GIS平台业务应用全方位辅助提升工具的上线试运行。

6）系统全面上线试运行阶段

根据试运行效果，开展其他剩余单位的推广工作。组织完善落实各项管理制度，编制试运行报告。

7）系统验收阶段

组织开展平台第三方测试、安全测试、用户测试、准备验收资料，召开验收会完成项目验收。

第7章
变电站智能化数据平台技术与案例分析

本章的主要内容包括变电站智能化及数据管理平台基本原理，变电站实施综合智能化方法，变电站智能化应用管理平台案例分析。



7.1　变电站智能化及数据管理平台基本原理

本节主要介绍智能化变电站基本概念、综合集成的智能化变电站的架构、智能化变电站设备状态监测数据优化管理。

7.1.1　智能化变电站基本概念

1. 智能化变电站概念及功能特征

智能化变电站是数字化变电站的升级和发展，在数字化变电站的基础上，结合智能电网的需求，对变电站自动化技术进行充实以实现变电站智能化功能。智能化变电站是智能电网运行与控制的关键。作为衔接智能电网发电、输电、变电、配电、用电和调度六大环节的关键，智能化变电站是智能电网中变换电压、接受和分配电能、控制电力流向和调整电压的重要电力设施，是智能电网“电力流、信息流、业务流”三流汇集的焦点，对建设坚强智能电网具有极为重要的作用。

除了变压器、开关设备、输配电线路及其配套设备之外，智能化变电站在硬件上的两个重要特征是大量新型柔性交流输电技术及装备的应用，以及风力发电、太阳能发电等间歇性分布式清洁电源的接入。这两个变化在提高变电站功能的同时，增加了其复杂程度。智能化变电站自动化系统应当增加对柔性交流输电设备和分布式电源接口的智能化管理和控制功能。

根据国家电网有限公司《智能变电站技术导则》，智能化变电站是采用先进的传感器、信息、通信、控制、智能等技术，以一次设备参量数字化和标准化、规范化信息平台为基础，实现变电站实时全景监测、自动运行控制、与站外系统协同互动等功能，达到提高变电可靠性、优化资产利用率、减少人工干预、支撑电网安全运行，可再生能源“即插即退”等目标的变电站。其内涵为可靠、经济、兼容、自主、互动、协同，并具有一次设备智能化、信息交换标准化、系统高度集成化、运行控制自动化、保护控制协同化、分析决策在线化等技术特征。

2. 智能化变电站的功能特征

智能化变电站的设计和建设，必须在智能电网的背景下进行，要满足我国智能电网建设和发展的要求，体现我国智能电网信息化、数字化、自动化、互动化的特征。智能化变电站应当具有以下功能特征。

1）紧密联结全网

从智能化变电站在智能电网体系结构中的位置和作用看，智能化变电站的建设，要有利于加强全网范围各个环节间联系的紧密性，有利于体现智能电网的统一性，有利于互联电网对运行事故进行预防和紧急控制，实现不同层次上的统一协调控制，成为形成统一坚强智能电网的关节和纽带。智能化变电站的“全网”意识更强，作为电网的一个重要环节和部分，其在电网整体中的功能和作用更加明显和突出。

2）支撑智能电网

从智能化变电站的自动化、智能化技术上看，智能化变电站的设计和运行水平应与智能电网保持一致，满足智能电网安全、可靠、经济、高效、清洁、环保、透明、开放等运行性能的要求。在硬件装置上实现更高程度的集成和优化，软件功能实现更合理的区别和配合。应用FACTS技术对系统电压和无功功率、电流和潮流分布进行有效控制。

3）高电压等级的智能化变电站满足特高压输电网架的要求

特高压输电线路将构成我国智能电网的骨干输电网架，必须面对大容量、高电压带来的一系列技术问题。特高压变电站应能可靠地应对和解决在设备绝缘、断路开关等方面的问题，支持特高压输电网架的形成和有效发挥作用。

4）中低压智能化变电站允许分布式电源的接入

在未来的智能电网中，一个重要的特征是大量的风能、太阳能等间歇性分布式电源的接入。智能化变电站是分布式电源并网的入口，从技术到管理，从硬件到软件都必须充分考虑并满足分布式电源并网的需求。大量分布式电源接入，形成微网与配电网并网运行模式。这使得配电网从单一的由大型注入点单向供电的模式，向大量使用受端分布式发电设备的多源多向模块化模式转变。与常规变电站相比，智能化变电站从继电保护到运行管理都应做出调整和改变，以满足更高水平的安全稳定运行需要。

5）远程可视化

智能化变电站的状态监测与操作运行均可利用多媒体技术实现远程可视化与自动化，以实现变电站真正的无人值班，并提高变电站的安全运行水平。

6）装备与设施标准化设计，模块化安装

智能化变电站的一、二次设备进行高度的整合与集成，所有的装备具有统一的接口。建造新的智能化变电站时，所有集成化装备的一、二次功能，在出厂前完成模块化调试，运抵安装现场后只需进行联网、接线，无须大规模现场调试。一、二次设备集成后标准化设计，模块化安装，对变电站的建造和设备的安装环节而言是根本性的变革。可以保证设备的质量和可靠性，大量节省现场施工、调试工作量，使得任何一个同样电压等级的变电

站的建造变成简单的模块化设备的联网、连接，可以实现变电站的“可复制性”，大大简化变电站建造的过程，从而提高了变电站的标准化程度和可靠性。出于以上需求的考虑，智能化变电站必须从硬件到软件，从结构到功能上完成一个飞跃。

3. 智能化变电站与数字化变电站的区别

智能化变电站与数字化变电站有密不可分的联系。数字化变电站是智能化变电站的前提和基础，是智能化变电站的初级阶段，智能化变电站是数字化变电站的发展和升级。智能化变电站拥有数字化变电站的所有自动化功能和技术特征，二者的共同点无须讨论。智能化变电站与数字化变电站的差别主要体现在以下3个方面。

1）标准化程度更高

数字化变电站主要从满足变电站自身的需求出发，实现站内一、二次设备的数字化通信和控制，建立全站统一的数据通信平台，侧重于在统一通信平台的基础上提高变电站内设备与系统间的互操作性。智能化变电站则从满足智能电网运行要求出发，比数字化变电站更加注重变电站之间、变电站与调度中心之间的信息的统一与功能的层次化。需要建立全网统一的标准化信息平台，作为该平台的重要节点，提高其硬件与软件的标准化程度，以在全网范围内提高系统的整体运行水平为目标。

2）集成化程度更高

数字化变电站已经具有了一定程度的设备集成和功能优化的概念，要求站内应用的所有智能电子装置（IED）满足统一的标准，拥有统一的接口，以实现互操作性。IED分布安装于站内，其功能的整合以统一标准为纽带，利用网络通信实现。数字化变电站在以太网通信的基础上，模糊了一、二次设备的界限，实现了一、二次设备的初步融合。智能化变电站设备集成化程度更高，可以实现一、二次设备的一体化、智能化整合和集成。

3）即插即用

智能电网拥有更大量新型柔性交流输电技术及装备的应用，以及风力发电、太阳能发电等间歇式分布式清洁电源的接入，需要满足间歇性电源“即插即用”的技术要求。

7.1.2 综合集成的智能化变电站的结构

1. 数字化变电站的集成化

集成化总是变电站自动化技术的发展方向和趋势。从常规变电站到数字化变电站，再到智能化变电站的发展过程，是变电站内的设备和系统集成化程度越来越高的过程。

数字化变电站用微机处理和光纤数字通信优化变电站层和间隔层的功能配置；控制、保护和运行支持系统通过局域网彼此互相连接，共享数据信息；简化单个系统的结构，同时保持各个系统的相对独立性。在此基础上更进一步，数字化变电站内的自动化系统可以进行集成，分为三个层次：过程层集成、间隔层集成和变电站层集成。

变电站中每个控制和监视设备都需要从过程输入数据，然后输出控制命令到过程。过程接口将完成被监视和控制的开关场设备和变电站自动化系统的连接。数字化变电站中，集成化的一个体现是过程接口被直接集成到了过程中，也就是开关设备中。包括用于测量电流和电压及气体密度的电子传感器、断路器、隔离开关的位置指示器和传动装置都安装在一个屏蔽的小盒子里，集成到一次设备中，即所谓的智能化一次设备。

数字化变电站集成化的另一个体现是间隔层的集成化：构筑一个通用的硬件和软件平台，即统一的多功能数字装置（UMD），将间隔内的控制、保护、测量等功能集成在这个通用的平台上，通过通用的硬件和软件采集各功能需要的数据和状态量，实现数据共享。原来的控制、保护等功能不再需要专用的硬件装置和专用的输入、输出通道，而是由合理的软件设计来实现。

间隔统一多功能装置集成了较多的功能，在设计时应按各功能响应时间要求进行分类，并确定优先级别。显然，继电保护、紧急控制等与保护相关的功能需要响应速度快，处于最优先级别，绝不能被非保护功能闭锁。测量变量的计算、故障录波、事件记录，虽然与保护过程同时发生，但可以延时或闭锁。监视、自我诊断、控制功能在正常和出现故障时都不允许闭锁保护功能。变电站层的集成是自动化需要在站级处理的各个功能通过站内通信网络组合在统一的系统中。变电站层和过程层的集成功能划分原则是：凡是间隔层能够执行的功能不应由变电站层完成。

数字化变电站在过程层、间隔层和变电站层三个层次应用集成化技术，减少了变电站内组件的数量，提高了元件质量，增强了自动化功能的协调水平，简化了站内接线，提高了运行与控制的可靠性。

2. 智能化变电站综合集成化智能装置及其功能结构

数字化变电站在运用集成技术之后，全站范围内的数据交互通过光纤以太网实现。变电站层与间隔层之间现场距离长，数据交换量大，实时性要求高，需要与外部电网互联互通。间隔层与过程层之间数据交换，不同于间隔之间的数据交换，都是局限于变电站内，数据交换多是点对点，瞬时性的。若所有的间隔层设备与过程层设备之间的联系完全依赖于光纤网络，一旦光纤网络出现故障或受到干扰，间隔层与过程层之间的联系将非常不可靠，全站的所有自动化功能都可能因此受到影响而不能正常工作。

为了进一步减少变电站内元件（节点）数量，降低间隔层自动化功能对光纤网络的依赖性，将间隔层与过程层之间的联系从对光纤网络的依赖中解放。同时为了进一步简化变电站的结构，可以将变电站内过程层与间隔层一、二次设备进行一体化、智能化综合集成。

进行变电站一、二次设备的一体化、智能化集成时，除了过程层的测量与控制执行等功能外，将目前变电站结构中间隔层的保护、控制、监视等功能也综合集成到过程高压设备现场，由就地安装的综合集成化智能装置（Compositive Integrated Intelligent Device，CIID）直接作用于一次设备，另外通过标准化的接口并入全站唯一的光纤总线，进行各

CIID之间、CIID与变电站层的功能之间的信息共享与优化协作。

- 智能化现场测控装置（模块）接受全网统一的同步时钟信号，实现对一次设备的模拟量、开关量与状态量的同步采集，按照全网统一的标准（如IEC 61850）处理，为测得数据统一打上同步时间标签；也接受运行控制模块、继电保护模块等的控制命令，实现对一次设备操作的控制与执行。
- 继电保护模块在所有模块中享有最高优先级，可以直接从智能化现场测控装置获取所需信息，以最短的时间做出反应。在任何情况下其保护功能都不被闭锁，同时可通过标准化接口与其他一次设备的CIID的保护功能交互、配合。
- 统一数据存储模块是CIID的本地信息数据库，测量得到所有标准化模拟量、开关量与状态量信息都在此存储，提供给其他功能模块，并可按照时间轴、属性轴等对信息数据进行初步的归类与管理。同时，可以记录并存储各个层次、各个模块所有的面向对应一次设备进行操控的命令，以备查询。
- 运行控制模块从统一数据存储模块获取本地设备的状态信息，也可接受来自变电站层的指令或利用其他CIID的信息综合判断，实现对一次设备的自动控制、紧急控制，故障录波与事件记录，非正常状态与故障状态的恢复等功能。
- 诊断监视模块实现对设备的状态监视和诊断。
- 软件管理模块可以对所有的功能模块软件进行管理、更改和升级。CIID的硬件配置要求满足所有自动化功能所需，并考虑冗余度。今后对CIID功能的增加或提升，只需通过软件升级实现。

CIID内各个模块之间通过总线结构实现交互。对外经由通信模块，通过标准化的接口与变电站层和其他的CIID通信交互。通信管理模块在综合集成化智能装置中处于“咽喉”地位。装置内的各个功能模块需要与其他CIID的功能模块进行交互和协作，也需要向变电站层报告信息，并接受变电站层的指令。通信管理模块需要对所有功能模块的所有信息进行有效的组织和管理，以保证信息交互的可靠与高效。流经标准化接口的信息包括由变电站层向综合集成化智能装置的查询命令、控制指令、调用指令等，如由CIID向变电站层的实时运行信息（包括模拟量、状态量、开关量等），还有故障录波、事件报告等，以及各CIID间的互锁和调用信息。智能化测控装置是变电站基础信息的根本来源，通过综合集成化智能装置的标准化接口接入站内光纤以太网，可以构成全站乃至全网范围的标准化基础信息平台。

需要说明的是，上述功能模块不是将各自动化系统装置在安装位置上进行简单的捆绑和叠加，而是将所有自动化功能进行全面综合考虑后的升级优化。优化的目标是：功能齐全、硬件冗余、实现功能流程的最简化和最有效化。

考虑今后新的技术与装备出现及应用的可能性，CIID仍然保留标准化的功能扩展接口和装备配置空间。智能化测控装置中包含本地人机界面，只对测量信息进行显示，其他的设备状态信息等都通过网络在变电站层集中显示。为保证功能的独立性，减少功能互相之间的影响，提高可靠性，这些模块的功能都由各自的CPU处理。

7.1.3 智能化变电站设备状态监测数据优化管理

1. 智能变电站设备状态监测系统的主要功能

智能变电站设备状态监测系统是运用嵌入式软件技术、数据库技术、采集控制技术、视频技术、组态技术、传感技术、IEC 61850规约技术、激光检测技术、网络通信技术、无线传输技术自主开发的针对输变电设备的安全生产综合管理平台，系统包括设备运行周边环境、杆塔、线路、GIS、变压器、断路器等设备运行状态监测，并集成故障测距、雷电监测、污秽测报、可靠性分析、电网稳定、无功优化、绝缘监测、变压器在线监测等功能系统，为电网安全生产指挥提供数字化操作平台。智能化变电站综合监控管理系统将给传统管理模式带来深远影响，实现了对资源环境信息的科学管理、综合分析与评价并提供辅助决策，形成了高效的运作体系，通过Internet或Intranet网络实现系统各部门之间的资源环境信息共享。

1）数据采集层

数据采集层采集各类电力设备在线监测装置、RTU及综合自动化系统的相关数据。

2）数据集中层

对数据采集层的信息进行集中、整理、上报；对地市供电局调度自动化系统数据断面进行获取和上报；从生产MIS动态获取设备数据。

3）数据整合层

由部署在地市监测诊断中心的iTSMS二级监控管理平台对来自110kV及以下电压等级变电站的设备数据进行汇总分析、诊断、存储。

部署在省公司监测诊断中心的iTSMS一级监控管理平台对来自220kV及以上电压等级变电站的设备数据进行汇总分析、诊断、存储。

4）高级应用层

系统高级应用功能包括：获取并处理输变电设备相关基础资料、设备实时/历史数据等反映设备健康状态的特征参数，评价设备当前健康状况，预测缺陷发展趋势。对状态劣化和趋势不良的设备及时发布状态预警信息，并有效分析故障模式和原因。最终通过综合优化维修策略模型分析，提出维修决策建议，并将决策建议传送到生产MIS，有效支持状态维修和调度优化工作的具体实施。

系统数据交互流程如图7-1所示。

（1）变电站的110kV及以下电压等级设备的在线监测数据集中至各变电站的综合接入单元，通过综合数据网将监测数据发送至地市供电局监控管理系统。

（2）地市供电局监控管理系统同时从地区调度自动化系统中获取110kV及以下电压等级电力设备的调度自动化数据。

（3）地市供电局监控管理系统向本局生产MIS发送110kV及以下电压等级电力设备诊断结果。

（4）在线监测专业系统的数据经过数据库中间件进入系统的关系数据库。

（5）省公司监控管理系统从公司生产管理信息系统获取220kV及以上电压等级设备信息数据。

（6）地市供电局监控管理系统从本局生产MIS获取110kV及以下设备信息。

（7）对本局变电站110kV及以下的电力设备诊断需求上送。

（8）220kV及以上电压等级设备的诊断由省公司监控管理系统完成，诊断结果发送至省公司生产MIS。

（9）省公司生产MIS将220kV及以上电压等级设备的诊断结果发送至地市供电局生产MIS。

（10）地市供电局生产MIS统一进行各电压等级设备的相关诊断结果发布。

（11）变电站的110kV及以下电压等级电力设备的在线监测数据集中至各变电站的综合接入单元，通过综合数据网将监测数据发送至地市供电局监控管理系统。

（12）110kV及以下电压等级电力设备的调度自动化数据通过综合数据网发送至省公司监控管理系统。

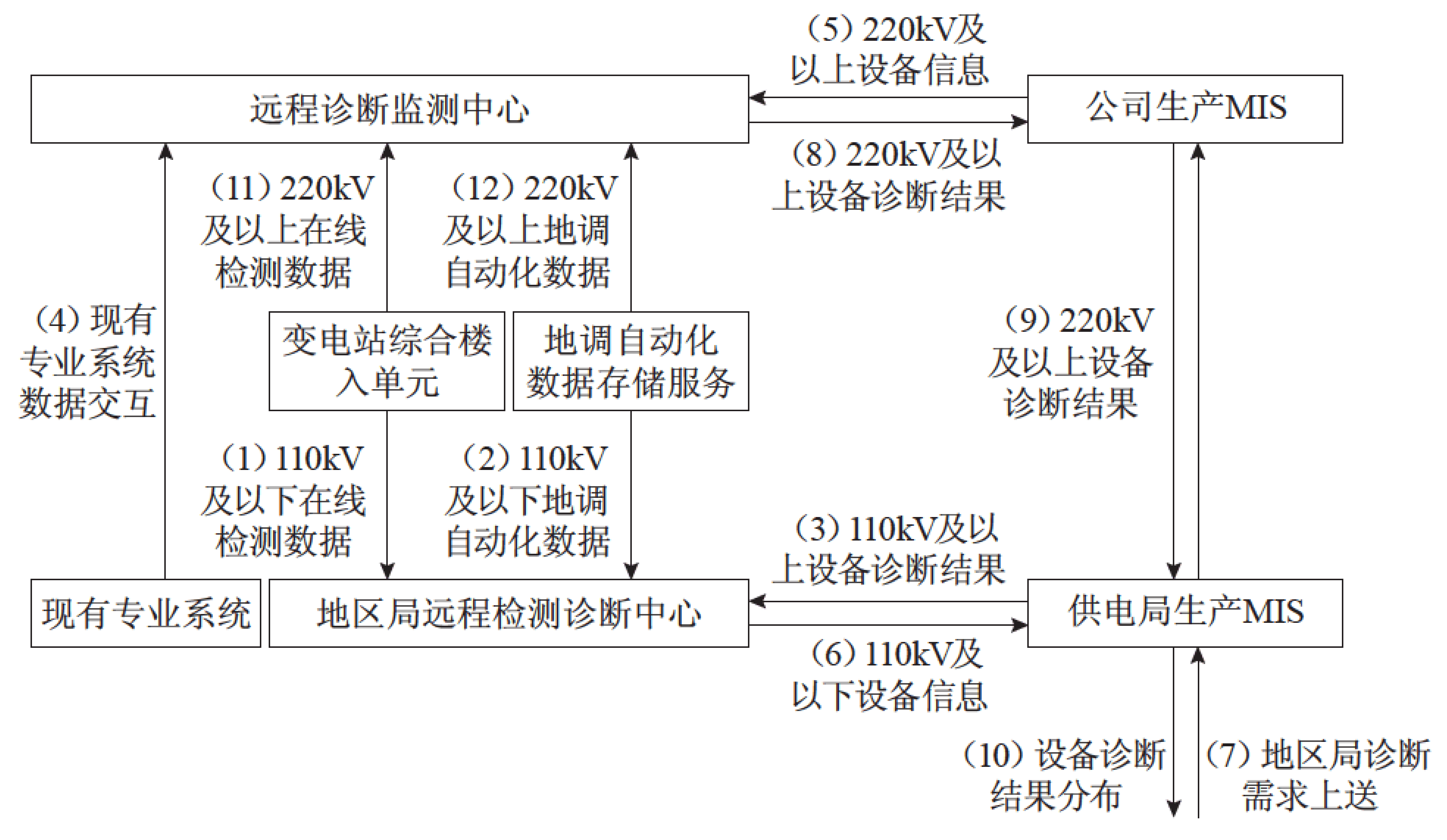


图7-1　系统数据交互流程图

2. 系统软件逻辑架构

系统逻辑架构描述各个层面内部的关键业务模块和层间的主要数据流，如图7-2所示。

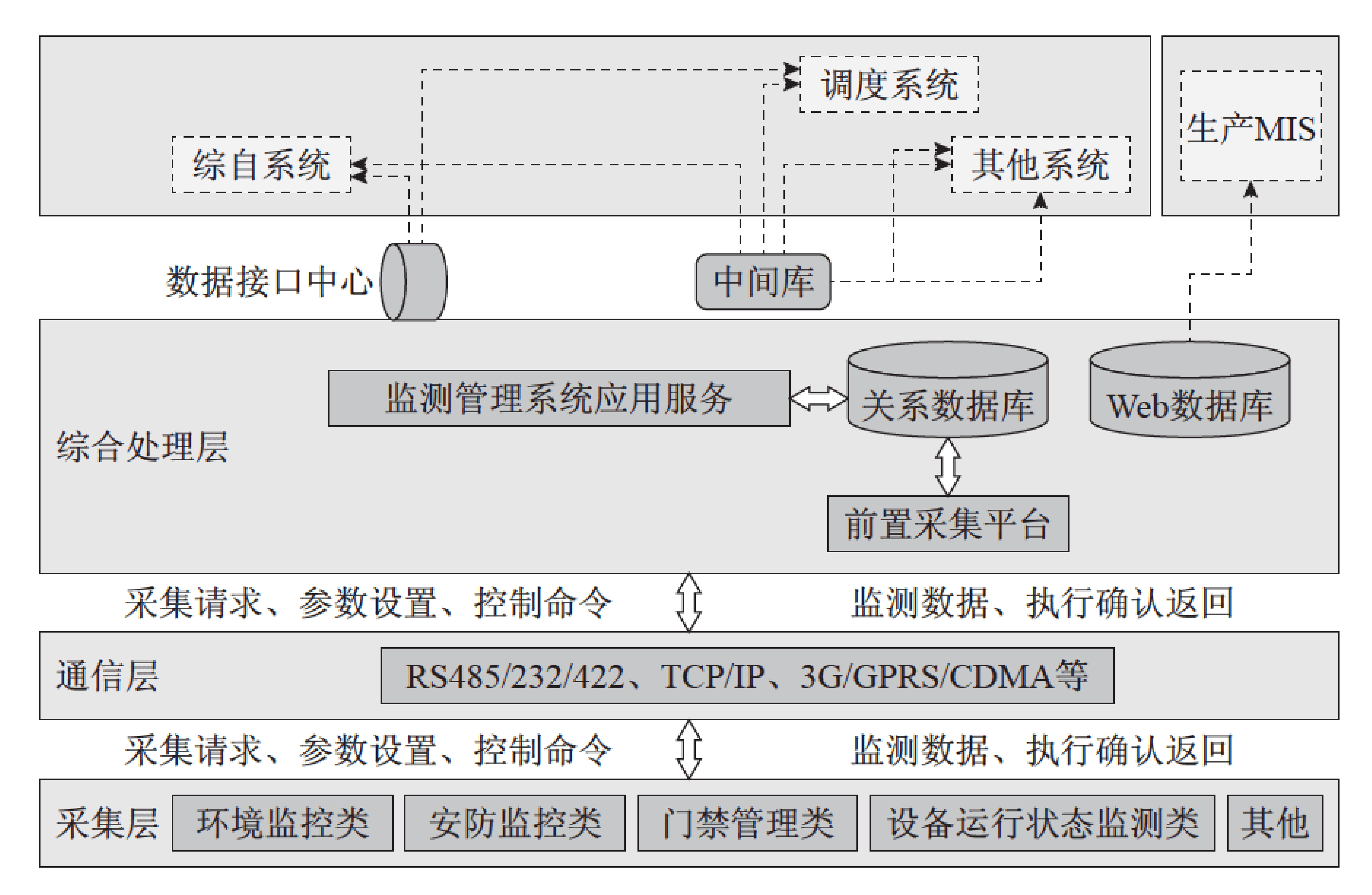


图7-2 系统软件逻辑架构图

采集系统在逻辑上分为综合处理层、通信层、采集层3个层次。每个层次又可划分为若干子层和模块，各层次和模块形成统一的整体，协调完成系统完整的功能。

- 综合处理层又分为监控管理业务应用、前置采集平台、数据管理平台3部分。业务应用实现系统的各种采集管理、设备管理、负荷管理、状态管理、综合查询、Web发布及基于所采集原始数据的各类统计分析应用的业务逻辑。前置采集平台根据采集任务调度机制进行监控设备状态信息、操作信息等采集，负责多种通信方式采集设备的网络接入和通信报文的加密解密，并进行规约解析和转换，完成数据入库和转发等功能；同时，前置采集平台接收采集业务应用的参数下发、数据召测指令进行设备远程维护，并接收终端控制执行指令对带控制功能的设备执行相关控制操作。
- 通信层是采集主台和采集设备的纽带，提供有线和无线的通信信道，为工作站和设备的信息交互提供链路基础。主要采用的通信信道有RS485/323/422、TCP/IP、3G/GPRS/CDMA无线公网。
- 采集层是采集系统的信息底层，负责采集和提供整个系统的原始数据。

对于与其他系统（如综自系统、调度系统等系统）的数据共享，可根据不同的数据采用不同的共享方式。对于实时性要求不高的，可以采用中间库方式，对于实时性要求高的，可以通过数据中心接口直接传送，这样可以保证系统数据的安全稳定。

3. 系统功能

1）数据采集层功能

（1）实时监测功能。在线监测装置能适应各种严酷户外环境，全天候连续监测设备

早期故障特征，安装简便、运行可靠、便于维护。

（2）抗干扰性能。具备完善的抗干扰技术手段，可有效抑制现场的各种干扰，保证监测结果稳定可靠。

（3）自动报警功能。能够实时监测故障特征，根据预先设定的报警策略，可实现报警自动呼叫。

（4）自动诊断功能。能准确判断缺陷严重程度，识别故障类型，判断缺陷位置和范围，并提供诊断报告，供运行人员参考并采取必要的处理措施。

（5）数据存储功能。对近期数据进行循环刷新，以实现故障过程追忆；对长期监测数据进行数据压缩，以反映缺陷的发展趋势；对故障报警数据、原始数据进行完整保存。

（6）通信功能。在线监测装置具备完善的通信接口，通信规约以IEC 61850为首选模式。可以远程查看测量数据，可进行远程参数设置和升级操作。

在线监测装置的接入不导致被监测设备的绝缘性能降低、密封破坏、接地通流能力下降等安全隐患。

2）数据集中层功能

（1）至少可接入256台各种类型的在线测量装置。

（2）完备的电力系统常用规约解析（IEC 61850、IEC 60870-5-104、IEC 60870-5-101、CDT、MODBUS等）。

（3）实时测点数据库，具备数据处理能力，提供可在线编程的表达式计算功能。

（4）能够暂存一定时间内的历史数据，循环存储。

（5）同时支持IEC 61850及其他规约（如IEC 60870-5-104）的上传，支持诊断、调试、内核下载更新。

（6）特殊规约的开发和动态下载。

3）数据整合层功能

（1）数据获取功能。系统获取的数据包括来自变电站的电力设备监测装置的监测数据、地区调度自动化系统实时远动数据断面、生产MIS的设备信息和现有在线监测专业系统的数据。系统具备采用交互方式获取各类数据的功能。

（2）数据整合处理及存储功能。获取并经过处理的各类数据，形成具有统一标识和时间标签的数据，存储在中心系统的内存数据库和关系数据库中。

（3）数据通信功能。将中心系统的各种数据以特定的规约（IEC 104、IEC 61850或SOA服务等方式）与外部实现交互。

（4）配置和定义功能。以统一的可视化模型，实现对数据源及数据的配置、维护、转换。

（5）展示功能。以丰富的可视化图形工具，提供友好而功能强大的人机界面，对中心系统的配置、运行工况、数据处理和设备诊断进行全方位的显示、修改和控制，给运行和使用人员提供多种交互手段。

（6）权限管理功能。

- 定义不同的用户级别，实现分级权限、分区域的显示、查询和修改。
- GIS图形显示。
- 实现中心系统内对变电站和线路的GIS图形显示和数据库引用、显示。

（7）Web发布功能。

诊断的结果以Web数据发布的方式，传送给公司生产MIS，并通过它发布至省公司、各地市供电局、电科院的各职能部门。

（8）远程维护/诊断功能。

系统的数据来自各地市供电局和变电站。借助综合数据网，系统能够对分布在不同地点的变电站综合接入单元或下一级监测诊断服务器进行远程维护和远程控制，对其运行状态进行监视和诊断，进行扩充功能的自动下载。

4）高级应用层功能

智能化变电站综合监控管理系统高级应用功能包括获取并处理输变电设备相关基础资料、设备实时/历史数据等反映设备健康状态的特征参数，评价设备当前健康状况，预测缺陷发展趋势。对状态劣化和趋势不良的设备及时发布状态预警信息，并有效分析故障模式和原因。最终通过综合优化维修策略模型分析，提出维修决策建议，并将决策建议传送到生产MIS，有效支持状态维修和调度优化工作的具体实施。

完整的智能化变电站综合监控管理系统包含六大业务功能，即信息获取、监测预警、故障诊断、状态评价、风险评估、维修决策。功能的划分只表示逻辑意义上功能的分类，并不代表实际的软件模块。系统应通过数据服务总线技术实现对外部系统异构数据的访问调用，并完成与生产MIS及其他外部系统的有效信息交互。

（1）信息获取功能。

信息获取功能模块为智能化变电站综合监控管理系统的输入和外部接口模块。本模块依据相关导则要求，建立输变电设备对象模型，通过相关接口设计与配置，从外部系统或装置中有效获取反映设备健康状态指标的各类设备基础数据、实时数据、检试数据和其他数据，为进一步的数据处理与判断提供完整的信息资源。

（2）监测预警功能。

监测预警模块实时监控状态量的指标变化，对于超出状态预设范围的劣化指标，设定预警策略，根据不同的类别和等级及时向各级设备管理人员发布预警信息，同时启动设备状态诊断模块，辅助分析具体部位和故障原因。

（3）故障诊断功能。

故障诊断模块对健康状态明显下降（可靠性下降状态、缺陷性状态、危急状态）的设备采用状态诊断方法诊断设备可能存在的故障原因和故障部位，为故障处理或状态恢复提供参考。

（4）状态评价功能。

状态评价模块依据输变电设备状态评价相关导则标准，对反映设备健康状态的各指标

项数据进行分析评价，并最终得出设备总体健康状态等级。

（5）风险评估功能。

风险评估模块通过识别设备潜在的内部缺陷和外部威胁，分析设备遭到失效威胁后的资产损失程度和威胁发生概率，通过风险评估模型得出设备在电网中的风险等级。

（6）维修决策功能。

维修决策模块以设备状态评价结果为基础，综合考虑风险评估结论，建立设备状态和设备风险度二维关系模型，综合优化输变电设备维修次序、维修时间和维修等级安排。依据状态维修导则确立的分级维修标准，确定具体的维修项目和维修时间，最终将建议结果递交设备管理人员或传送到相关的外部生产管理信息系统进行实施安排。

4. 系统数据源

1）基础数据

包含设备类型、电压等级、设备型号、制造厂、出厂日期、投运日期、安装日期、容量、价值、设计寿命等在内的输变电设备主要技术特性数据，这些数据主要来源于生产MIS。

2）检试数据

各级巡视、检试、带电测量及预防性试验数据，包括检修、预试、油化、继保、直流、远动自动化、巡视和带电测量等数据，这些数据主要来源于生产MIS。

3）实时数据

输变电设备实时状态在线监测数据主要来自变电站内各类在线监测装置；系统运行工况信息主要来自SCADA系统及保护测控装置。

4）环境信息

温度、湿度、气压、污秽、雷电等外部环境影响数据，这些数据主要来自环境监测系统和雷电监测系统。

5）其他信息

反映设备运行工况的图形信息，包括各类缺陷信息（含家族性缺陷信息）、反措信息、技改信息等，如输电线路GIS信息、红外测温图、历史故障照片及相关图档资料等。

7.2　变电站实施综合智能化方法

本节主要介绍变电站一次设备系统智能化、变电站二次设备系统智能化、变电站其他系统智能化。

7.2.1 变电站一次设备系统智能化

一次设备的智能化是智能变电站数据和信息采集的前提条件。从现有技术条件来看，一般可以采用一次设备本体与智能组两者结合的方式实现一次设备的智能。采用标准的信息借口，实现融状态监测、测控保护、信息通信等技术于一体的智能化一次设备，可满足整个智能电网电力流/信息流、业务流一体化的需求。

1. GIS设备的基本概念及特点

GIS是SF6。SF6全封闭组合电器体积小，技术性能优良，由断路器、母线、隔离开关、接地开关、电流互感器、电压互感器、避雷器、电缆终端或出线套管等元件组成。以金属筒为外壳，导电杆和绝缘件封闭在内部，并充入一定压力的SF6气体，其绝缘性能、灭弧性能都比空气好得多。全封闭组合电器一般户内布置较好，也可在户外使用。

组成SF6气体的硫和氟都是非常活泼的元素，但SF6气体是一种惰性气体，为无色、无臭、无毒不燃烧的极其稳定的气体。SF6绝缘性能非常好，在1个大气压时与空气相比，其放电电压为空气间隙的2.5～3倍。在均匀电场下，SF6具有比空气高的绝缘性能，而且随着气压的增加，放电电压成正比上升，在3个大气压下SF6气体的工频绝缘强度与变压器油相当。但SF6气体在电弧高温下与水分子和空气等杂质反应可能产生一些有毒物质，从而腐蚀断路器内部结构材料并威胁人员安全。

2. GIS的特点

1）节省占地面积及空间

SF6全封闭组合电器是以SF6气体作为绝缘和灭弧介质、以优质环氧树脂绝缘子作支撑的一种新型成套高压配电装置，节省了大量的占地面积与空间。

按经验公式，全封闭电器占用空间与敞开式的比率可近似估算为：

$$A=10/U_N \times 100\% \qquad (U_N\text{额定电压，kV})$$

对500kV来说，占用空间约为敞开式的1/50，其效果是十分显著的。

2）运行可靠性高

SF6封闭电器由于带电部分封闭在金属外壳中，因此不受污秽、潮湿和各种恶劣气候的影响，亦不会因钻入小动物引起短路或接地事故。

3）维护工作量小，检修间隔时间长

由于是全封闭断路器，且采用SF6气体作为灭弧介质，触头正常操作负荷电流，对触头几乎没有什么影响，即便开断故障电流，对触头烧损甚微。制造厂规定其检修间隔可达20年。规定在额定负荷电流下操作2000次才需要解体检修。在故障情况下，断路器触头的烧损显然与故障电流的大小及切断的次数有关。SF6全封闭断路器的日常维护工作量小，仅需定期（1～5年）进行操作机构检查、故障诊断，GIS SF6气体微水量测定，操作回路、油回路及油压小开关的检查。

4）GIS的铝合金外壳

许多GIS使用铝合金外壳。使用铝合金外壳的特点是：重量轻（约低于钢材重量的1/2），其相应的土建及安装工作量小。铝合金系非磁性材料，可减少涡流发热；铝合金本身表面形成一层氧化膜抗腐蚀能力比其他金属强。

5）抗震性能好

GIS SF6全封闭电器很少有瓷套管之类的脆性元件，设备的高度和重心较敞开式电器要低得多，且本身的金属结构具有足够抗受外力的强度，因而抗震性能好。

6）抗干扰性能好

由于金属外壳接地的屏蔽作用，能消除无线电干扰、静电感应，同时亦没有偶尔触及带电体的危险，有利于高压配电装置的设备及人身安全。

当然，GIS SF6全封闭组合电器对材料性能、加工精度和装配工艺要求很高，对SF6气体的纯度和微水含量有较为严格的要求。断路器本身金属消耗量大、造价较高，但随着电压等级的增加，全封闭组合电器造价及金属消耗量问题就不突出了。

3. 电子式互感器

1）电子式互感器概述

随着电力系统中电压等级的升高，传统的电磁式互感器因其结构复杂，造价高，体积庞大而逐渐难以满足电力系统安全运行的要求。随着电力系统的测控、保护设备朝着微机化、智能化、一体化的方向发展，互感器已无须输出大功率的信号。基于电子技术，计算机技术，光纤通信技术的快速发展，新型的电子式电流互感器、电子式电压互感器、电子式电流电压互感器陆续在各级电力系统中投入使用。

电子式互感器即小电压模拟量输出或者数字量输出的互感器，这种互感器包含电子部件，因此叫电子式互感器。为了和传统电磁互感器区分，也叫非常规互感器。

电子式互感器由连接到传输系统和二次转换器的一个或多个电流或电压传感器组成，用以传输正比于被测量的量，供给测量仪器、仪表和继电保护或控制装置。在数字接口的情况下，一组电子式互感器共用一台合并单元完成此功能。可以分为电子式电流互感器（ECT）和电子式电压互感器（EVT）两大类。

电子式电流电压组合互感器采用低功率铁心线圈（LPCT）传感测量电流，采用空心线圈传感保护电流，使互感器具有较高的测量准确度，较大的动态范围及较好的暂态特征；采用电容分压器传感被测电压，体积较小，重量较轻，线性度好；电子式互感器的远端模块及合并单元采用双重化冗余配置，保证电子式互感器具有较高的可靠性；电子式互感器利用光纤传送信号，抗干扰能力强，并采用内嵌光纤的实芯支柱式复合绝缘子。主要由4部分组成。

（1）一次传感器。一次传感器位于高压侧，包括一个低功率CT （LPCT）和两个空心线圈，低功率CT用于传感测量级电流信号，空心线圈用于传感保护级电流信号。除了传感一次电流的低功率CT和空心线圈外，电流互感器还配置了取能线圈，取能线圈用于

从一次电流获取电能给远端模块提供工作电源。两个空心线圈分别连接两个远端模块，实现双重化。

（2）远端模块。远端模块也称一次转换器，位于高压侧。远端模块接收并处理低功率CT及空芯线圈的输出信号，远端模块的输出为串行数字光信号。远端模块的工作电源由合并单元内的激光器或高压电流取能线圈提供。当一次电流小于20A时，远端模块的工作电源由激光照提供，当一次电流大于20A时，远端模块的工作电源由高压电流能线圈提供，两种供电方式可实现无缝切换。两远端模块分别连接保护屏上两合并单元，从而满足保护的双重化配置要求。

（3）电容分压器。电容分压器将被测高电压分出一较低电压信号给远端模块进行处理，分压信号从电容分压器的高压端引出。电容分压器采用内嵌光纤的实芯支柱式复合绝缘子。绝缘子内嵌6根多模光纤，使用其中4根光纤（2根传输激光，2根传输数字信号），另外2根光纤备用。

（4）合并单元。合并单元置于控制室。合并单元一方面为远端模块提供供能激光，另一方面接收并处理三相电流互感器及三相电压互感器远端模块下发的数据，对三相电流电压信号进行同步，并将测量数据按规定的协议输出供二次设备使用。

2）电子式互感器的优势

电子式互感器的主要优势如下。

- 高低压完全隔离，绝缘简单，安全性高。
- 不存在磁饱和、铁磁谐振等问题。
- 频率响应宽，动态范围大，精度高。
- 体积小，重量轻，节约占地面积。
- 无污染，无噪声，具有优越的环保性能。
- 数字信号分享更为容易，带负载能力强。
- 成本与电压等级的关系不大。
- 方便地实现电压电流组合式。
- 适应电力系统数字化、智能化和网络化的需要。

7.2.2 变电站二次设备系统智能化

1. 主变保护配置

按照相关的规程要求，智能变电站的变压器保护应采用双套保护进行配置，即进行主、后备保护一体化的配置方式，且后备保护可采取与测控装置一体化的配置方式进行配置。当智能变电站的保护装置采用上述保护进行配置时，其各侧的合并单元和智能终端也应采用双套的配置法方式。

UDT-531变压器保护测控装置适用于110kV及以下各种电压等级的变压器，可选配

非电量保护和测控功能，满足不同接线方式变压器的各种配置要求，装置支持IEC61850标准。

UDT-531采用模块化设计编程方式，可利用专用配置工具，根据不同的需求对保护功能模块进行配置，功能调整方便。主要的保护功能有如下三方面。

1）电气量保护

- 比率制动差动保护。
- 增量差动保护。
- 差流速断保护。
- 相间后备保护。
- 接地零序保护。
- 不接地零序保护。
- 充电保护。

2）非电量保护

- 本体重瓦斯。
- 调压重瓦斯。
- 本体轻瓦斯。
- 调压轻瓦斯。
- 压力释放。
- 温度过高。
- 冷却器全停。
- 油位异常。
- 油温异常。
- 绕组温度。

3）异常告警

- 过负荷告警。
- 有载调压闭锁。
- 启动风冷。
- 零序过压告警。
- TA异常告警。
- TV异常告警。
- 装置自检。

UDT-531变压器保护测控装置可以同时集成一台变压器的全部测控功能，主要功能配置如下。

- 遥测：标准配置为三组电压及电流，可扩展。
- 遥信：标准配置为48路，可扩展；遥信处理分单点遥信和双点遥信。
- 遥控：20路遥控输出，可扩展。

- 遥调：5组分接头调节。可选配滑档闭锁功能。
- 就地操作功能。
- 直流、温度采集：12路直流，可扩展。
- 同期功能：1路，可选配。
- 间隔五防闭锁功能。

UDT-531变压器保护测控装置主要模件功能配置如下。

1）人机接口模件（HMI）

- 通过以太网口与主CPU交换数据。
- 采用思源弘瑞键盘（方向键、+-键、取消、确认、区号、复归键）。
- 运行（绿色）、测试（红色）、告警（红色），9个自定义灯。
- 液晶屏分辨率为240 × 320，全中文汉化界面。
- 液晶屏显示对比度可根据环境温度自动调节，装置无可调器件。
- 液晶屏背光电源控制——有按键操作或有消息触发时点亮背光，连续无操作或触发5分钟后自动关闭背光源。
- EEPROM——保存HMI配置表。

2）主DPU模件（CPU）

- 大容量SDRAM，用来运行程序及数据暂存。
- 两片64MB程序存储器（nor flash），BOOT程序及应用程序均可在线升级。
- 配有数据存储器（data flash），用于存储配置文件及定值文件等。
- 大容量CF卡存储，用于存储录波文件及其他文件。
- 4个100/1000MB过程层光纤以太网接口，支持组播、优先级、VLAN等功能。
- 2个100MB站控层光或电以太网接口。
- 2路告警开出，告警和掉电时接点闭合。1路运行/检修开入。
- CAN接口：位于母板，用于主DPU与I/0扩展通信。
- IRIG-B：对时信号输入。
- 硬时钟。

3）I/O模件

- I/O扩展模件可能有多种应用，一般为通用开入开出。
- 每块I/O扩展模件有14路开入，可直接接入DC24V、DC110V或DC220V。
- 所有数字量输入都用光电隔离，并分成8路、6路两组，每组分别引出一个公共端。
- 输出8路独立开出，输出接点为继电器常开接点。
- ID芯片——插件身份唯一确定。
- 具备CAN网通信功能。
- 可接收时间信息及秒脉冲。
- 板卡地址自动识别。

4）PWR电源模件

- 单组5V电源输出，额定功率40W，输入DC110V，DC220V可选。
- 电源失电告警接点输出。

5）虚端子

对于全数字化的间隔层装置，模拟量及开关量分别由合并单元和智能单元通过过程层网络送至本装置，本装置的跳合闸等控制命令，通过网络送至智能单元执行。

装置的输入输出包括模拟量的输入、开关位置等状态信息的输入、跳合闸命令等输出。在数字化装置中，装置的输入数据均通过网络获取，装置动作结果也通过网络发送至相关设备。为了形象地表征这些网络流数据，采用“虚端子排”和“虚端子”的概念来描述。在智能变电站中，装置间“虚开出”“虚开入”“虚模入”的连接都是由系统配置工具来完成的。

UDT-531变压器保护测控装置可以通过配置软件配置用户需要的主接线图。主界面可以显示各相差流，功率测量值，断路器的状态。

2. 测控装置

UDC-501A测控装置是SHR5000变电站系统的间隔层产品，作为变电站系统的间隔层测控单元，也可单独作为普通公共测控装置使用。可接受设备层装置符合IEC61850-9-2的网络化采样值和GOOSE信息，控制命令采用GOOSE机制，与站控层的信息交互基于MMS，该装置具有测量、控制、监视、记录、同期等功能。

UDC-501测控装置主要功能配置如下。

1）遥测

标准配置5组四相电压及四相电流。属于测量LD，交流（直流）测量使用MMXU建模，单相测量使用MMXN建模，不平衡测量使用MSQI建模，电度测量采用MMTR建模，不同的测量对象采用不同的实例。遥测数据以两种方式上送：变化量越限上送和循环上送。

当遥测量的变化量越限时，立即上送越限的量，越限的门槛值可以通过定值设定。循环上送周期可设定。

测量数据包括相电流、相电压、线电压、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、频率、电压序分量、电流序分量、电流谐波畸变率、电压谐波畸变率、频率、电度等。测量的输入分为两表法和三表法。

- 三表法输入：Ua，Ub，Uc，Ia，Ib，Ico。
- 两表法输入：Ua，Ub，Uc，Ia，Ib，Ic。

2）遥信

标准配置为96路。遥信处理分为单点遥信和双点遥信，属于控制及开入LD，单点遥信采用GGIO建模，不同的遥信状态采用不同的GGIO实例；双点遥信采用CSWI模。

对于重要的断路器或刀闸，用它的跳位状态和合位状态组成一个双点遥信来表示它

4）PWR电源模件

- 单组5V电源输出，额定功率40W，输入DC110V，DC220V可选。
- 电源失电告警接点输出。

5）虚端子

对于全数字化的间隔层装置，模拟量及开关量分别由合并单元和智能单元通过过程层网络送至本装置，本装置的跳合闸等控制命令，通过网络送至智能单元执行。

装置的输入输出包括模拟量的输入、开关位置等状态信息的输入、跳合闸命令等输出。在数字化装置中，装置的输入数据均通过网络获取，装置动作结果也通过网络发送至相关设备。为了形象地表征这些网络流数据，采用“虚端子排”和“虚端子”的概念来描述。在智能变电站中，装置间“虚开出”“虚开入”“虚模入”的连接都是由系统配置工具来完成的。

UDT-531变压器保护测控装置可以通过配置软件配置用户需要的主接线图。主界面可以显示各相差流，功率测量值，断路器的状态。

2. 测控装置

UDC-501A测控装置是SHR5000变电站系统的间隔层产品，作为变电站系统的间隔层测控单元，也可单独作为普通公共测控装置使用。可接受设备层装置符合IEC61850-9-2的网络化采样值和GOOSE信息，控制命令采用GOOSE机制，与站控层的信息交互基于MMS，该装置具有测量、控制、监视、记录、同期等功能。

UDC-501测控装置主要功能配置如下。

1）遥测

标准配置5组四相电压及四相电流。属于测量LD，交流（直流）测量使用MMXU建模，单相测量使用MMXN建模，不平衡测量使用MSQI建模，电度测量采用MMTR建模，不同的测量对象采用不同的实例。遥测数据以两种方式上送：变化量越限上送和循环上送。

当遥测量的变化量越限时，立即上送越限的量，越限的门槛值可以通过定值设定。循环上送周期可设定。

测量数据包括相电流、相电压、线电压、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、频率、电压序分量、电流序分量、电流谐波畸变率、电压谐波畸变率、频率、电度等。测量的输入分为两表法和三表法。

- 三表法输入：Ua，Ub，Uc，Ia，Ib，Ico。
- 两表法输入：Ua，Ub，Uc，Ia，Ib，Ic。

2）遥信

标准配置为96路。遥信处理分为单点遥信和双点遥信，属于控制及开入LD，单点遥信采用GGIO建模，不同的遥信状态采用不同的GGIO实例；双点遥信采用CSWI模。

对于重要的断路器或刀闸，用它的跳位状态和合位状态组成一个双点遥信来表示它

的状态，两路开入组成的双点遥信有4种状态，分别为00，01，10，11。其中0（跳位）1（合位）、1（跳位）0（合位）分别对应双点遥信的合、分状态，0（跳位）0（合位）、1（跳位）1（合位）是无效状态。

3）遥控

41路遥控输出，其中5路带同期功能。属于控制及开入LD，断路器控制、隔离开关与接地刀闸控制LN为CSWI、DO为DPCo。遥控可以根据具体工程选择具体数量，也可以选择具体的遥控模式，即选控或直控模式。控制单元主要负责完成接受命令并根据命令输出相应的控制信息。

正常遥控过程为：遥控选择→五防逻辑判别为真→选择对象正确→回答选择成功→遥控执行→执行对象正确→回答执行成功。

本装置应连接为智能化过程层设备，通过GOOSE接收过程层智能设备的开关刀闸的位置信息。这些位置信息在间隔层设备建模为CSWI（与该开关或者刀闸的控制模型对应），采用数据Pos，数据属性stVal，供站控层设备与间隔层设备交换信息使用。

UDC-501A测控装置功能配置由专用的工程配置软件完成。根据工程需要，将广泛应用的几种功能配置设计为典型功能配置，并给出典型功能配置文件。工程应用时可以直接选用这些典型功能配置，或在这些典型功能配置基础上定制工程特定的功能配置。装置中共有三个LD。

- 公用LD：inst名为LD0，主要完成装置参数的设定及自检逻辑。
- 测量LD：inst名为MEAS，完成交流及直流量值的采集及测量，即遥测功能。
- 控制及开入LD：inst名为CTRL，完成遥控、同期检测等功能。

UDC-501测控装置可以通过配置软件配置用户需要的主接线图。主界面可以显示功率测量值、断路器的状态。

3. 10kV线路、接地变、母分保护

UDL-551线路保护测控装置是以电流、电压保护及三相重合闸为基本配置，同时集成了各种测量与控制功能，安装于10kV开关柜，作为10kV线路、10kV接地变、10kV I，Il段母分开关的保护装置。

主要功能配置如下。

1）保护功能

包括力-向（复压）过流保护、过流加速保护、零序（方同）过流保护、零流加速保护、三相一次重合闸、三相多次重合闸、过负荷保护、低周减载、低压减载、手合同期、小电流接地检测、TV异常检测、控制回路异常告警、弹簧未储能告警等功能。

2）测控功能

（1）遥测。

装置的测量回路有独立的交流输入（CIA、CIB、CIC）接测量TA，与保护回路的交流输入分开。测量Ia、Ib、Ic、I0、Ua、Ub、Uc、U0、Uab、Ubc、Uca、P、P0、Q、

Q0、f、cos ∮以及积分电度。

（2）遥信。

各种保护动作信号及断路器位置遥信、开入遥信等。

（3）遥控。

远方控制跳/合闸、压板投退、修改定值等。

3）网络通信

装置具有双以态网通信接口，可以直接与微机监控或保护管理机通信，IEC61850规约。

4）数据记录

装置可存储最后的1000条事件报告及告警报告。事件报告包括动作事件、状态检修事件等。告警报告包括装置自检告警以及各种保护告警。装置可记录最后200个事故报告及其录波信息，用于事故分析。数据存入FLASH中，掉电不丢失。

保护运行中发生动作或告警时，自动开启液晶背光，将动作信息显示于LCD，同时上传到保护管理机或当地监控。如多项保护动作，动作信息将交替显示于LCD。装置面板有复归按钮，也可以用通信命令复归；保护动作后如不复归，信息将不停止显示，信息自动存入事件存贮区。运行中可在“报告管理”菜单下查阅所有动作信息，包括动作时间、动作值。

UDL-551线路保护测控装置可以通过配置软件配置用户需要的主接线图。主界面可以显示主控制功能接线图。

4. 110kV、10kV备自投

UDA501变电站自动控制装置适用于各种电压等级的系统安全稳定控制以及备用电源投一切。UDA-501系列装置集成了频率电压紧急控制，备用电源投切，进线过负荷、主变过负荷以及小电流接地选线等功能，可满足系统安全稳定要求。110kV、10kV备自投采用此装置。

UDA-501备自投装置可以通过配置软件配置用户需要的主接线图。主界面可以显示主控制功能接线图。

应用UDA-501备自投装置主要采用两种方式。

1）桥开关备自投

适用于单母带分段运行方式下的典型接线，正常运行时，每条进线各供一段母线，采用桥开关备自投。

2）进线备自投

适用于单母分段运行方式下的多种备投方式，根据主接线方式的不同，能够与线路分段备自投功能配合实现进线及桥开关的自投和互投。单母分段运行方式在保护逻辑上体现为进线I固定接一母，进线II固定接二母。

正常运行时，一条进线带两段母线并列运行，另一条进线作为备用，采用进线备自

投。正常运行时，每条进线各带一段母线，采用桥开关备自投。

5. 合并智能单元

UDM-502系列智能合并单元配合各种可选配的功能模件，适用于三相断路器间隔、分相断路器间隔、母线PT间隔以及变压器本体间隔等各种应用场合。通信规约符合IEC61850标准，适用于各电压等级的变电站自动化系统过程层。

UDM-502系列合并单元具有UDM-502A、UDM-502B、UDM-502C三种尺寸机箱结构，配合各种可选配的功能模件，适用于三相断路器间隔、分相断路器间隔，母线PT间隔以及变压器本体间隔等各种应用场合。通信规约符合IEC61850标准，适用于各种电压等级的变电站自动化系统过程层。

UDM-502合并单元主要功能配置如下。

1）输入功能

- 交流电压、交流电流：最多可接入12路常规电压或电流互感器二次侧电压和电流量。
- 电子式互感器接口：最多可接入7个光纤通道，每个光纤通道有3路模拟量数据。
- 开关量输入：在IO模件上，路数根据需要配置。
- 直流量输入：接入在线监测传感器输出量，0～75mV/4～20mA可选，每个模件可接入6路直流量输入。
- GOOSE输入：符合IEC61850-8-1、IEC61850-9-2可选。

2）输出功能

- SMV输出：符合IEC61850-9-1、IEC61850-9-2可选。
- GOOSE输出：符合IEC61850-8-1。
- 继电器：在IO模件上，路数根据需要配置。

作为过程层装置，UDM-502合并单元可以同时采集传统PT/CT、LPCT、电子式互感器（光纤通信接口）的原始采样数据，发送符合IEC61850-9-1/ IEC61850-9-2的采样值信息给间隔层装置。装置包括完全独立的多个100MB光纤以太网，每个以太网具有独立的时钟同步通道，可采用IEEE1588，秒脉冲或IRIG-B对时方式。如果无对时信号接入，装置工作在失步状态，将根据自身的时钟输出采样值。

装置具有开关量及其他一次设备在线监测量的采集和传输功能，响应间隔层的GOOSE跳合闸等命令。装置可提供直流量采集，大量开入量采集和开出执行。通过逻辑组合可灵活实现非电量直接跳闸，分接头调档、刀闸控制、五防控制、一次设备在线监测等组合功能。

1）模拟量采样及合并

UDM-502合并单元接受传统PT/CT、LPCT以及通过光纤传输的电子式互感器的原始采样数据，合并单元将多个采样值经同步处理合并后，按照IEC61850-9-1/9-2标准传输给保护、测控等间隔层设备。目前主要采取IEC61850-9-2版本，默认采样率每周波80点。对

时系统支持IEEE1588、秒脉冲和IRIG-B。采样值和相位可以很方便地用校正工具软件通过装置的以太网或串口进行校正。

2）智能操作箱功能

UDM-502合并单元可配置专门的跳闸模件（简称TRIP模件）分别实现智能三相操作箱、智能分相操作箱功能。

3）非电量跳闸、告警

装置可实现非电量直接跳闸、电量延时跳闸、非电量告警功能。

4）刀闸控制

装置可实现多个刀闸（隔离开关，接地开关）控制，状态采集功能。一个刀闸控制功能的配置如下。

- 配置两个开入分别采集刀闸分位状态、合位状态，组合为双位置信号经GOOSE送给间隔层装置。
- 可接受过程网络下达的遥分，遥合2个GOOSE命令，分别经对应的2个开出执行实现刀闸的分、合操作。

5）就地五防控制

装置可实现多个操作对象的就地五防控制，每一个操作对象五防控制功能配置如下。

- 配置1个开入用于采集开锁请求信号，经GOOSE上送间隔层设备。
- 可接收过程网络下达的开锁GOOSE命令，经对应的1个开出执行开锁命令。

6）一次设备状态监测

装置通过配置直流变换器模件采集各种传感器输出的直流电流、直流电压量，并转换为数值量经GOOSE上送间隔层设备，实现变压器、断路器、刀闸等各种一次设备状态监测功能。

6. 集中计量装置

智能化变电站的电能计量系统和传统变电站的电能计量系统有所不同，其主要区别在于计量设备和通信网络上。常规变电站主要是采用电磁式互感器将采集的电压、电流模拟量通过电缆传送到传统电能表中，通过电能表对数据进行处理计算后，采用DLT645规约通过串口以问答方式上送到传统的电能远方采集终端（ERTU），远方的电能系统主站根据IEC60870-5-102规约召唤ERTU中的电能数据。随着技术的不断发展以及IEC61850标准的推广应用，智能变电站采用了电子式互感器+合并单元来完成电压、电流数据的采集、输出数字信号，然后通过IEC61850-9-2标准协议建立过程层以太网网络来将数据传送给支持IEC61850标准通信的计量装置，进行数据的处理和计算，再通过IEC61850标准的站层MMS网络主动传送到计量装置的终端中。

UDE-501集中计量装置是智能变电站系统的多间隔层集中计量单元，作为专用计量电度表的数据参考。本装置可接受符合IEC61850-9-2的网络化采样值，与站控层的信息交互基于MMS，该装置具有测量、计量、监视、记录等功能。

UDE-501最大可满足16个间隔的测量及计量需要。每个间隔均具备如下主要功能配置。

1）测量

交流测量使用MMXU建模，不同的测量对象采用不同的实例，属于测量LD。遥测数据以两种方式上送：变化量越限上送和循环上送。当测量量的变化量越限时，立即上送越限的量。循环上送周期可预先设定，默认为l0S。测量数据包括相电流、相电压、线电压、总有功功率及各相有功功率、总无功功率及各相无功功率、总视在功率及各相视在功率、总功率因数及各相功率因数、频率。

2）电能计算

有功电能计量方式分两种，即单向和双向计量，属于测量LD。正向有功电能默认为实际正向有功电能。无功电能计量采用双向计量方式，正反向无功电能可由四象限无功电能组合而成。默认的计量模型是正向无功=1+2象限，反向无功=3+4象限。同时提供四象无功电能的计量。

采用内置高精度时钟作为分时计费依据。前4种费率默认定义为尖、峰、平、谷。可实现正反有功、正反无功电能分时计费。

3）最大需量

测量正反有功、正反无功最大需量及发生时间，属于测量LD。需量测量方式采用滑差式。

最大需量周期可在5、10、15、30、60min中选择，滑差式需量周期的滑差时间在1、2、3、5min中选择。需量周期应为滑差时间的5倍及以上。

最大需量复零有三种方式：一是在自动抄表日自动复零，抄表日可设定；二是通过软压板复零，软件上有密码保护；三是在每月的首日自功复零。

当发生电压线路上电、费率转换、清零、时钟调整等情况时，电能表从当前时刻开始，按照需量周期进行需量测量。当第一个需量周期完成后，按滑差间隔开始最大需量记录。在一个不完整的需量周期内，不做最大需量记录。

UDE-501集中计量装置可通过配置软件配置用户需要的主接线图。主界面可以显示功率测量值等。

7. 远动通信装置

UDD-501远动通信装置用于收集全站测控单元，继电保护等符合IEC61850标准智能电子设备的信息，向调度端和集控站传送；同时接收调度端和集控站的控制命令，向变电站智能设备转发。

该装置独立于后台监控系统，互不影响。可采用单机模式，也可采用双机热备模式、110kV混北变采用双机热备模式，以确保通信正常。

UDD-501远动通信装置对信息可用“直采直送”方式，亦可进行各种算术或逻辑运算。

作为调度、集控站和变电站自动化系统的中转站，对整个电网的稳定运行起着重要的作用，尤其在无人值守变电站中的作用更显突出。

8. 规约转换器

UDN-501规约转换器用于多种测控装置、继电保护等智能电子设备与当地监控、远方通信和故障信息等系统通信。UDN-501转换传统规约的遥信、遥测、电度量和故障等信息为IEC61850标准上送；同时，完成主站控制命令等的下行转换和发送功能。

UDN-501以间隔为单位接入传统规约的智能电子设备，以便进行规约转换和信息的预处理。可将继电保护上送的扰动数据、非COMTRADE标准的录波文件转换为标准的COMTRADE文件，并对本间隔历史数据做适量存储。

7.2.3　变电站其他系统智能化

1. 监控系统

智能变电站一体化监控系统，按照全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化的基本要求，通过系统集成优化，实现全站信息的统一接入、统一存储和统一展示，实现运行监视、操作与控制、综合信息分析与智能告警、运行管理和辅助应用等功能。

1）监控系统硬件部分

硬件装置功能及配置如下。

- 通信管理单元协调各设备与监控端的数据和命令交互，接收后台监控或调度的控制命令，转发给相应的智能设备，完成控制端和间隔层设备的信息交互。
- 智能合并单元完成模拟量、数字量数据的采集，控制功能。
- 各保护及自动装置。
- 工控机监控电脑一台、打印机一台。

2）监控系统软件部分

SUPER 5000变电站后台监控系统基于IEC61850统一建模，采用分层、分布式的系统架构，可以跨平台运行，支持1+N多机容错、双网冗余/分流和双数据库等高可靠性措施，用于110kV及以上变电站当地监控系统。

（1）数据采集子系统。

SUPER5000数据采集子系统，完全按照IEC61580标准设计，可实时热插拔接入各种符合IEC61850标准的智能设备，避免传统的对点过程，极大地降低配置工作量。数据采集子系统采集电网实时运行信息和其他装置信息，及时提交给数据处理子系统，经过一系列的数据处理后提交给实时数据库。

①数据交互，包含遥信、遥测、档位、遥控、保护等信息。

②可选择生数据、熟数据、计算数据上传或转发。

③采集的数据类型如下。

- 模拟量：有功功率、无功功率、电流、电压、频率及其他测量值。
- 状态量：断路器位置、刀闸位置、事故总信号、预告信号、变压器档位信号、保护动作信号、变电站安防信息、系统工作站的状态信息、报警等。
- 电能量：脉冲量或积分量包含正向有功电量、正向无功电量、反向有功电量、反向无功电量。
- SOE量：事件顺序记录。
- 保护信息：系统具有对各种保护事件信息的数据采集及解析功能。

④显示通道源码。

⑤自动监视诊断通道状态与设备的通信状态。

（2）数据处理子系统。

SUPER5000数据处理子系统是监控系统的基础部分。该部分按IEC61850和IEC61970标准兼容设计，抛弃了传统的采集系统到处理系统的手动对点过程，由程序按照IEC61850和IEC61970模型实现智能对象匹配，自动接收采集系统发送的实时数据，进行分析处理，为高级应用提供基础支持。数据处理子系统提供如下几个处理模块。

- 模拟量数据处理。
- 状态量数据处理。
- 电能量数据处理。
- 控制量处理。
- 计算公式自定义。

（3）事项、事故、报警子系统。

对电力系统运行状态发生变化、设备运行监视与控制、调度员的操作记录等一切需要引起调度员和运行人员注意的事件均可列入报警处理。提供灵活、方便的手段定义报警发生事件及后续事件，控制报警流向。根据不同需要，将报警分为不同类型，提供画面、音响、语音、图形、确认、打印、短消息等多种报警方式。报警方式、限值可随时在线修改。

①事项处理。

- 系统处理设备发送的SOE，形成事项描述，发布到整个分布式平台。
- 支持开关变位调图或事故推图。
- 支持语音告警。
- 支持事项实时打印（需配置针式打印机）。
- 支持重要事项再确认功能。

②智能告警。

智能告警对变电站报警信息进行分类及过滤，对变电站发生的各类异常及故障情况进行分析、推理，并对现象做出合理表述，给出恰当处理建议，指导运行人员进行后续操作。

- 计时过滤（延迟报警）：按时间间隔过滤的信号不报警，但需要存储到历史库

中，可被将来检索到。延迟报警时间的范围应当在毫秒到秒之间。

- 计次过滤：某些信号在过去24小时内动作在设定的次数以下时，可能不报警；但当动作次数超过设定的次数时，就报警了。当信号报警时采用压缩显示方式，可以快速查询到过去24小时内的所有动作。
- 信号合并的处理：为避免过多信号分散或干扰运行人员，对于同一设备的同类型信号进行合并，不同电压等级设备的信号不合并。
- 信号动态调整报警等级：某些信号频繁产生时，可降低其报警等级。当信号的产生次数小于限值时，则提升其优先级。

③事故追忆（PDR ）。

事故追忆子系统是监控系统事故处理反应的一个主要应用模块，能将事故前后一段时间内的全站数据按配置保存，并能进行重演，供分析人员分析事故、模拟事故状态，也可作培训素材使用。

- 可由定义的事故源起动，也可由调度员人工起动。
- 可通过单线路、网络图、曲线、图表等形式再现PDR数据。
- PDR具备重演及局部重演功能，重演时具有事故发生时的重要特征， 如开关的状态、遥测是否越限等。
- PDR数据可分类检索、显示。
- 调度员可通过任意一台工作站进行事故重演。
- 调度员可设定选定时段的任意时刻，作为重演的起始时间进行重演。
- 调度员可随时暂停正在进行的事故重演，可继续进行，也可重新选定一个时段的电力系统状态作为新的重演对象，重新设定起始时间进行重演。
- 系统对时：支持SNTP、IEC61588方式对时。

（4）定值管理。

实现了对装置的定值查看、定值区切换的功能。

（5）人机界面功能。

通过人机界面可以显示一次接线图，并能同时显示各种实时数据。也可以用曲线方式查看历史数据。

提供多种调图方法：正常打开图形、热键调图、索引调图、热点调图、前视图、后视图等。

画面显示系统提供控制功能（遥控、遥调、人工置数、顺序控制以及检同期、检无压等）的人机界面操作接口，用户可以方便地实现各种控制操作。

（6）操作票功能。

智能操作票系统是在现场电力系统安全运行经验的基础上汲取了行业内先进的设计思想研发出来的。可以通过图形操作和人机对话方式快速、正确、规范地生成符合电力用户现场要求的操作票，是将人的主观思维与计算机人工智能相结合的产物，既可大幅度提高开票的效率和质量，也可有效避免应用计算机自动开票后运行人员开票能力的弱化问

中，可被将来检索到。延迟报警时间的范围应当在毫秒到秒之间。

- 计次过滤：某些信号在过去24小时内动作在设定的次数以下时，可能不报警；但当动作次数超过设定的次数时，就报警了。当信号报警时采用压缩显示方式，可以快速查询到过去24小时内的所有动作。
- 信号合并的处理：为避免过多信号分散或干扰运行人员，对于同一设备的同类型信号进行合并，不同电压等级设备的信号不合并。
- 信号动态调整报警等级：某些信号频繁产生时，可降低其报警等级。当信号的产生次数小于限值时，则提升其优先级。

③事故追忆（PDR ）。

事故追忆子系统是监控系统事故处理反应的一个主要应用模块，能将事故前后一段时间内的全站数据按配置保存，并能进行重演，供分析人员分析事故、模拟事故状态，也可作培训素材使用。

- 可由定义的事故源起动，也可由调度员人工起动。
- 可通过单线路、网络图、曲线、图表等形式再现PDR数据。
- PDR具备重演及局部重演功能，重演时具有事故发生时的重要特征， 如开关的状态、遥测是否越限等。
- PDR数据可分类检索、显示。
- 调度员可通过任意一台工作站进行事故重演。
- 调度员可设定选定时段的任意时刻，作为重演的起始时间进行重演。
- 调度员可随时暂停正在进行的事故重演，可继续进行，也可重新选定一个时段的电力系统状态作为新的重演对象，重新设定起始时间进行重演。
- 系统对时：支持SNTP、IEC61588方式对时。

（4）定值管理。

实现了对装置的定值查看、定值区切换的功能。

（5）人机界面功能。

通过人机界面可以显示一次接线图，并能同时显示各种实时数据。也可以用曲线方式查看历史数据。

提供多种调图方法：正常打开图形、热键调图、索引调图、热点调图、前视图、后视图等。

画面显示系统提供控制功能（遥控、遥调、人工置数、顺序控制以及检同期、检无压等）的人机界面操作接口，用户可以方便地实现各种控制操作。

（6）操作票功能。

智能操作票系统是在现场电力系统安全运行经验的基础上汲取了行业内先进的设计思想研发出来的。可以通过图形操作和人机对话方式快速、正确、规范地生成符合电力用户现场要求的操作票，是将人的主观思维与计算机人工智能相结合的产物，既可大幅度提高开票的效率和质量，也可有效避免应用计算机自动开票后运行人员开票能力的弱化问

题。可将运行人员从繁重的手工开票工作中解脱出来，显著缩短倒闸操作所需时间，提高电网转换速度。具有技术先进、安全可靠、功能完善等特点。

操作票系统提供的主要功能如下。

①操作票生成。具有单步生成操作票功能和典型操作票开票功能；全图形开票方式，每个操作均由鼠标双击完成，系统根据智能判别建立完整无误的操作规则，正确处理各设备相互之间的闭锁关系，可彻底保障操作的安全性。

②操作票自动生成。具有自动生成不同主接线和不同运行方式下典型操作流程的功能。

③操作票预演。预演时使用实时数据，保证了操作票预演的有效性；可以选择自动预演和手动预演。自动预演在不需人工干预的情况下逐步预演，每步的执行效果直观地呈现在界面上供操作人员核对；手动预演在系统提示下用户手动执行，然后由系统判别操作正确性并给出提示，让操作员熟悉操作步骤并进一步核对操作合理性。

④操作票管理。系统记录所有类型操作票的票名、开票时间、执行时间、开票人、执行人、监护人、执行情况等，并提供相应的查询、统计、制表打印功能；另外，除了常规操作票以外，系统还提供了“顺控操作票”的管理功能，包括增删修改和多任务拟合功能。

⑤系统维护。系统提供一系列工具，可进行术语维护、运行方式维护、参数和配置项维护、操作票打印模板维护等。从开票过程中的术语表达到最后打印出来的票面格式，有诸多配置项可以定制，确保开出的票能符合要求。

（7）顺序控制。

要实现变电站无人值班的自动化控制，程序化控制是必不可少的一步。变电站程序化控制称为顺控，是指按照操作票的顺序通过计算机系统下达任务，由计算机系统独立地按顺序步骤自动完成相关设备运行方式的操作，无须人工参与，真正实现“一键操作”。变电站内的这种顺序控制一方面提高了工作效率，一方面减少了因为人为的操作导致的误操作，不仅提高了变电站操作可靠性，而且保证了人员的安全。

顺序控制是监控系统按预先设置的程序自动完成对变电所设备的一组命令操作。在执行过程中，系统自动监测设备的遥测、遥信变化来判断每项操作指令的操作条件和完成结果，最终完成操作任务。

用操作票系统开出顺控操作票，操作员界面调用和执行顺控操作票。顺控操作支持“半自动”方式，即每步操作结束后，如果成功，可以是自动执行下一步，也可以是经人工确认后再执行下一步，实现了以间隔层装置为核心的分布式顺序控制。

（8）防误功能。

系统实现了一体化五防功能，将原来需要专用第三方厂商的五防系统来实现的防误功能集成在以监控系统为基础的一套系统中，从而简化了防误装置构成，提高了可靠性。

一体化五防不仅能实时地监测锁具的状态，而且能实时监测被闭锁设备的状态（如

手动刀闸、临时接地线、网门等）。这些设备的每一次状态变化，就地合并单元都能通过61850标准通信协议实时传回监控中心的五防子系统，使系统在每一次模拟预演前，都能准确地获得锁具和设备的实际状态，从而保证了模拟状态和设备的实际状态相一致，这就大大提高了操作的安全性。

实现了智能五防，将设备拓扑连接关系与基本的五防规则结合起来，实现设备间的操作闭锁，取代传统的闭锁逻辑的编写和计算工作，它不依赖于人工定义，在保证安全性的前提下具备了良好的通用性和免维护性。

（9）历史数据。

历史数据主要存储在关系型数据库服务器。历史数据存储模块定时采集实时数据库和应用数据库的数据，进行统计、累计、积分等数据处理后，存储到数据库中，保存的数据可用报表和画面显示。

- 可定义任何一个数据点的存储周期。
- 可在线修改存储周期。
- 支持多种数据类型和统计类型的存储。
- 丰富的检索浏览机制（所见及所得报表、曲线等）。
- 历史数据可在历史数据维护界面修改。
- 历史数据可按月份备份到本地。
- 可导入本地数据至系统数据库。

3）辅助运行操作方法

（1）切换开关。

有关切换开关的操作如下。

- 调度端（监控中心）欲进行遥控操作时，必须将公用屏上的“远方/就地”遥控总开关切至“远方”位置，同时将欲操作的设备上的“遥控/就地”开关切至“遥控”位置。否则不能操作。
- 若在本变监控电脑上进行操作，则必须将公用屏上的“远方/就地”遥控总开关切至“就地”位置，同时将欲操作的设备上的“遥控/就地”开关切至“遥控”位置。否则不能操作。
- 若在开关柜前就地操作时，则必须将公用屏上的“远方/就地”遥控总开关切至“就地”位置，同时将欲操作的设备上的“遥控/就地”开关切至“就地”位置。否则不能操作。
- 备用电源自动装置的投入，需将保护屏上的备自投开关手把投至“投入”位置。当该手把投至“退出”位置时，备用电源自动装置退出并告警，且该告警信号不可恢复（指示灯一直亮）。

（2）保护压板的投、退操作。

保护软压板，可直接在监控电脑上操作。操作方法如下。

①在监控电脑上用鼠标左键单击设备命名，进入保护信息图。

②用鼠标左键单击欲投退的保护软压板，弹出“密码”对话框。

③选择操作员并输入正确的密码，单击“确定”按钮。

④在新弹出的对话框中先核对设备命名和操作内容，并单击“遥控选择”。

⑤在新弹出的对话框中单击“遥控”。

⑥过一会即可看到操作结果；若较长时间无返回信息，或最后返回“遥控超时，选择失败”，则检查有关切换开关是否处于正确位置。然后重新操作。

主变差动保护应定期检查差流正常，在投入差动保护出口压板前，应检查差流正常。

4）运行维护及故障处理

除系统管理员及专业技术人员外，其他人员严禁改动电脑里的任何文件、程序。严禁私自往电脑里装入任何文件、程序，以防系统瘫痪或软件故障。

当微机出现故障或死机时，可退出运行程序，关掉电脑，重新启动，然后进行操作。若经检查，确系软件故障，不能正常运行，可先在备份的软件上运行；然后汇报调度，请有关专业人员修复软件。

巡视时应检查监控系统、远动机、ERTU、网络设备等运行工况正常；每月对工控机的防尘网进行清扫。

2. 交直流控制电源一体化系统

1）系统特点

交直流控制电源一体化的定义是：把直流操作电源、电力用交流不间断电源（电力专用UPS和INV）、通信用直流变换电源（ DC-DC）组合为一体，共享直流操作电源的蓄电池组和监控装置，实现集中供电并统一监控的成套电源设备。

一体化电源设备是以直流操作电源为核心，直流操作电源与电力专用UPS、INV和通信DC-DC中的任一种及一种以上电源所构成的组合体，均称为一体化电源设备。

对少于110kV及以下的变电站，由于交流站用电负荷的容量较小，可将交流站用电屏与直流电源屏幕组合，并通过集中监控装置实现对站用电进出线和母线的全参数监控，满足全站交直流控制电源的一体化监控管理。

2）交流站用电源系统配置方案

110kV变电站一般采用两台自动转换开关设备，两路交流站用电源进线，两段单母线接线。系统主要包括直流操作电源、监控系统结构两部分。

（1）直流操作电源系统。

直流操作电源系统由交流配电单元、高频整流模块、蓄电池组、硅堆降压单元、绝缘监测装置、电池巡检装置、配电监测单元和集中监控模块等部分组成。

交流输入电源正常时，通过交流配电单元给各整流模块供电。整流模块将交流电变换为直流电，经保护电器（熔断器或断路器）输出，一方面给蓄电池组充电，另一方面经直流馈电单元给直流负荷提供正常的工作电源。当交流输入电源故障停电时，整流模块停止工作，由蓄电池组不间断给直流负荷供电。

①交流配电单元。交流配电单元实现由站用电交流输出到整流器模块的电源分配和保护。对于单母线接线的交流站用电源，整流器的交流电源进线按一路配置。对于两段单母线接线的交流站用电源，整流器的交流电源进线按两路配置，两路交流电源分别取自交流站用电源的两段母线，采用自动转换开关设备（PC级ATSE）实现两路电源进线的备用切换控制。

②高频整流模块。高频整流模块采用N+1并联冗余方式供电，即在N个充电模块满足电池组的充电电流和经常性负荷电流的基础上，增加1个热备用充电模块。

③硅堆降压装置。对于阀控铅酸蓄电池直流系统，充电装置对电池组的充电电压将超过直流控制母线允许的变化范围（标称电压值的87.5%～110%），因此在充电装置、蓄电池组与直流控制母线之间需要串联一个降压装置，把控制直流母线的电压稳定在规定的范围内。

④控制保护单元。

- ZTY20硅堆调压控制单元。采用单片机电路，实时监测直流控制母线的电压，并与设定值进行比较，根据比较结果，控制硅堆的投入节数，保证直流控制母线的电压在规定的范围内。
- ZTY20硅堆调压控制单元。实时监测降压硅堆各节的电压降，当投入线路中的某一节硅堆出现开路时，调压控制单元自动闭锁与该节硅堆并联的继电器。使该节硅堆被短接旁路，保证直流控制母线不间断供电。

⑤绝缘监测装置。绝缘监测装置用于在线监测直流控制母线和馈电支路的绝缘状况。当某一点出现接地故障时，装置立即发出告警信号，提醒运行人员查找并排除接地故障，从而杜绝直流系统接地故障可能引发的电力事故。

根据用户的不同使用要求，绝缘监测装置可以配置基本型或支路巡检型：基木型只具有一母线绝缘监测功能；支路巡检型除具有母线绝缘监测功能，还具有直流馈电支路绝缘巡检功能。

⑥电池巡检装置。电池巡检装置用于实时在线监测电池组各单节电池的电压和内阻，并通过一体化监控装置记录分析不同工况下各单节电池的电压和内阻，及时发现落后或异常电池，给蓄电池维护提供重要的参考依据，确保蓄电池组安全运行。

电压型电池巡检装置是采用光继电器开关对蓄电池组每节电池的端电压进行采集。通过A/D转换电路，将电压信号转换为数字信号供CPU读取，最后通过RS485串口将处理后的信息上传到电源监控装置，进行数据分析和判断。

⑦交流不间断电源。电力专用交流不间断电源包括电力专用UPS和INV两类。其中的电力用INV适用于“后备”运行模式，因此主要为变电站的事故照明等对电源的质量要求不高的负荷供电；而电力专用UPS适用于“在线”运行模式，主要为变电站的计算机监控等对电源质量要求很高的重要负荷供电。

变电站的事故照明负荷如果采用电力专用INV装置，一般只配置一台即可满足要求；而电力专用UPS的配置提供以下3种方案。

● 一台UPS装置；
● 自带旁路；
● 单母线接线。

⑧一体化电源监控系统。电源监控系统实现对一体化电源系统进行分散数据采集、控制和集中监控管理，通过“遥测”“遥信”“遥控”“遥调”及设备状态监视、历史数据分析等高级功能。

（2）监控系统结构。

一体化电源监控系统采用现场以Modbus总线为基础，远方以变电站自动化网络为基本网络平台的分层分布式系统结构。现场的各智能设备通过Modbus总线与电源监控装置连接；电源监控装置通过RS-485、以太网等通信方式与变电站的自动化系统连接；最后通过变电站的集中监控维护系统实现对一体化电源系统的远程维护管理。

一体化电源监控系统如图7-3所示，由三部分组成。

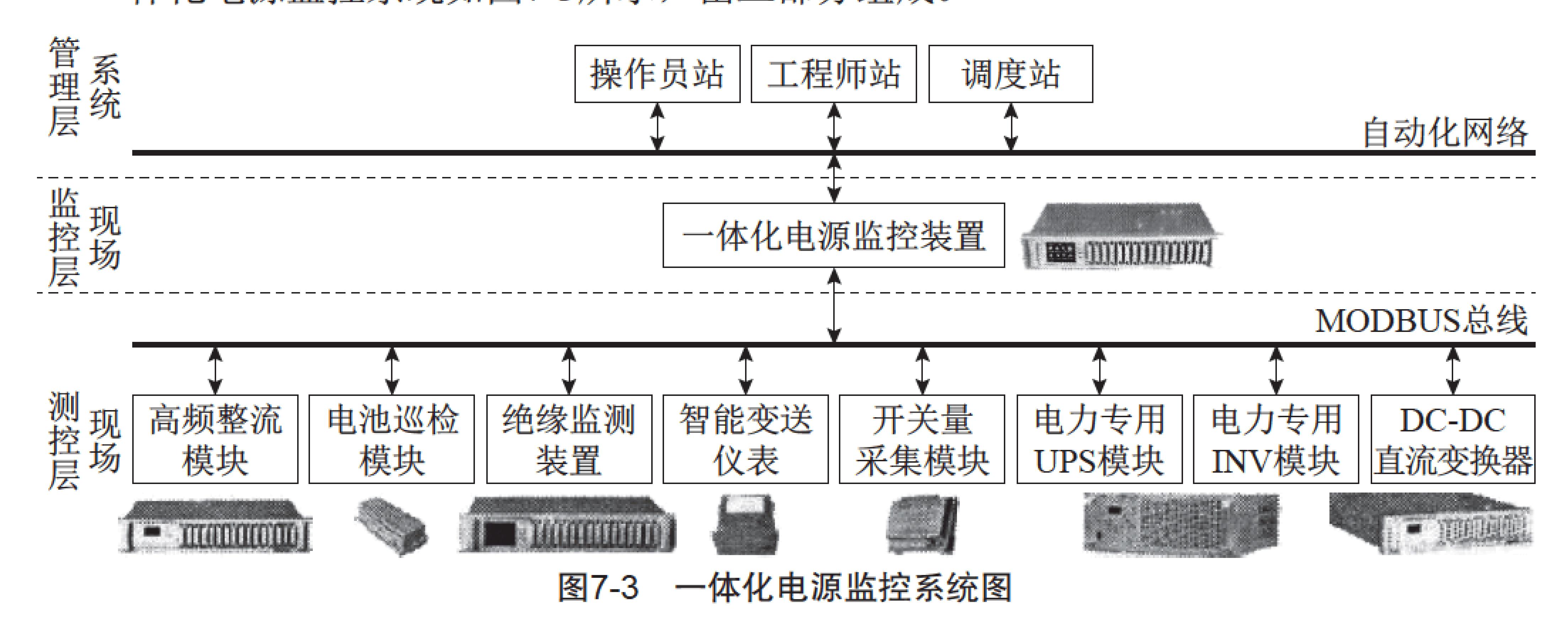


图7-3 一体化电源监控系统图

（1）系统管理层。

通过变电站监控系统的计算机和后台维护管理软件，实现对电源系统的一体化管理功能。

（2）现场监控层。

通过一体化监控装置收集现场测控层各智能设备的采集数据，进行显示、告警处理，并根据处理加以判断，发出各种控制命令；同时进行通信协议转换，实现与变电站监控的数据通信传输，接收并下达上位机的命令。

（3）现场测控层。

通过现场各智能设备的测控电路，实时采集一体化电源系统各功能单元的数据，并执行现场监控层的命令。

一体化电源监控系统采用分散测量和控制、集中管理的集散模式，这种设计思想使系统组合扩容方便、灵活，并可减少监扮系统引入的故障因素。

3）电力测控仪监控

电力测控仪实时监测交流站用电源的运行参数，并通过RS-485接口传送给一体化电源系统的监控装置，且同时接收监控装置发来的控制命令。

7.3　变电站智能化应用管理平台案例分析

本节主要介绍项目背景与建设目标、变电系统设备巡视智能化、变电系统设备带电检测智能化、变电系统设备停电检修智能化。

7.3.1　项目背景与建设目标

1. 项目背景

自2016年以来，天津城西供电公司在国家电网公司指导下，一直致力于作业流程信息化落地可行性方案研究。变电运维检修业务作为供电公司的核心业务，变电专业结合“五通一措”管理规定，实现对变电运维检修工作职责、工作标准、工作制度的标准化管理，借助移动应用理念开展变电运维检修智能化综合应用平台的原型建设。

城西供电公司运维检修部结合业务应用成熟度，从选定的变电运维典型业务着手，依托工作计划，明确人员职责固化人员行为，遵循业务制度、标准及流程规范，实现变电运维业务从计划下达、业务执行、缺陷反馈的全闭环管理模式。

作业流程体系建设实现了巡视、带电检测、检修管理等业务与标准化作业、移动应用的结合，实现运维检修的标准化管理、规范化作业，细化落实到每项作业过程中，实现作业全过程的有效管控，能够保证标准作业程序更有效落地，借助信息系统提升固化管理。

2. 建设目标

基于移动终端，构建变电运维检修智能化管理平台，规范城西供电公司变电运维业务，固化人员行为，强化业务风险管控，杜绝安全隐患，提高业务执行的效率。实现变电运维业务现场作业管理，创新现代化班组运行新模式，改变传统手工记录检测信息工作方式，规范班组业务管理的工作制度，减轻班组人员工作负担，实现信息的高度共享，提高工作效率实现变电站巡视、带电检测、停电检修等业务的移动作业应用，将系统应用延伸到作业现场，实现现场工作的标准化和信息化管理。

7.3.2　变电系统设备巡视智能化

1. 变压器巡视智能化

1）例行巡视

（1）本体及套管。

- 运行监控信号、灯光指示、运行数据等均应正常。

- 各部位无渗油、漏油。
- 套管油位正常，套管外部无破损裂纹、无严重油污、无放电痕迹，防污闪涂料无起皮、脱落等异常现象。
- 套管末屏无异常声音，接地引线固定良好，套管均压环无开裂歪斜。
- 变压器声响均匀、正常。
- 引线接头、电缆应无发热迹象。
- 外壳及箱沿应无异常发热。
- 变压器外壳、铁心和夹件接地良好。
- 吸湿器完好，油杯内油面、油色正常，呼吸畅通（油中有气泡翻动），吸湿剂受潮变色不超过2/3。
- 35kV 及以下接头及引线绝缘护套良好。

（2）分接开关。

- 分接挡位指示与监控系统一致。三相分体式变压器分接挡位三相应置于相同挡位，且与监控系统一致。
- 机构箱电源指示正常，密封良好，加热、驱潮等装置运行正常。
- 分接开关的油位、油色、吸湿器应正常。
- 在线滤油装置工作方式设置正确，电源、压力表指示正常。
- 在线滤油装置无渗漏油。

（3）冷却系统。

- 各冷却器（散热器）的风扇、油泵、水泵运转正常，油流继电器工作正常。
- 冷却系统及连接管道无渗漏油，特别注意冷却器潜油泵负压区出现渗漏油。
- 风冷控制箱电源投切方式指示正常。
- 水冷却器压差继电器、压力表、温度表、流量表的指示正常，指针无抖动现象。
- 冷却塔外观完好，运行参数正常，各部件无锈蚀、管道无渗漏、阀门开启正确、电机运转正常。

（4）非电量保护装置。

- 温度计外观完好、指示正常，表盘密封良好，无进水、凝露，温度指示正常，并应与远方温度显示比较，相差不超过5℃。
- 压力释放阀、安全气道及防爆膜应完好无损，安全气道无异物堵塞。
- 气体继电器内应无气体。
- 气体继电器、压力释放阀等防雨措施完好。

（5）储油柜。

- 本体及有载开关储油柜的油位应与制造厂提供的油温、油位曲线相对应。
- 本体及有载开关吸湿器呼吸正常，外观完好，吸湿剂符合要求，油封油位正常。

（6）其他。

- 各控制箱、端子箱和机构箱应密封良好，加热、驱潮等装置运行正常。
- 变压器室通风设备应完好，温度正常。门窗、照明完好，房屋无漏水。
- 电缆穿管端部封堵严密。
- 各种标志应齐全明显。
- 原存在的设备缺陷是否有发展。
- 变压器导线、接头、母线上无异物。

2）全面巡视

- 消防设施应齐全完好。
- 储油池和排油设施应保持良好状态。
- 各部位的接地应完好。
- 冷却系统各信号正确。
- 在线监测装置应保持良好状态。

3）熄灯巡视

- 引线、接头、套管末屏无放电、发红迹象。
- 套管无闪络、放电。

4）特殊巡视

（1）新投入或者经过大修的变压器巡视。

- 各部件无渗漏油。
- 声音应正常，无不均匀声响或放电声。
- 油位变化应正常，应随温度的增加合理上升，并符合变压器的油温曲线。
- 冷却装置运行良好，每一组冷却器温度应无差异。
- 油温变化应正常，变压器（电抗器）带负载后，油温应缓慢上升，上升幅度合理。

（2）异常天气时的巡视。

- 气温骤变时，检查储油柜油位和瓷套管油位是否有明显变化，各侧连接引线是否受力，是否存在断股或者接头部位、部件发热现象。各密封部位、部件有否渗漏油现象。
- 雷雨、冰雹天气过后，检查导引线摆动幅度及有无断股迹象，设备上有无飘落积存杂物，瓷套管有无放电痕迹及破裂现象。
- 浓雾、小雨、雾霾天气时，瓷套管有无沿表面闪络和放电，各接头部位、部件在小雨中不应有水蒸气上升现象。
- 下雪天气时，应根据接头部位积雪溶化迹象检查是否发热。检查导引线积雪累积厚度情况。为了防止套管因积雪过多受力引发套管破裂和渗漏油等，应及时清除导引线上的积雪和形成的冰柱。
- 高温天气时，应特别检查油温、油位、油色和冷却器运行是否正常。必要时，可以启动备用冷却器。

- 大风、雷雨、冰雹天气过后，检查导引线摆动幅度及有无断股迹象，设备上有无飘落积存杂物，瓷套管有无放电痕迹及破裂现象。

（3）过载时的巡视。

- 定时检查并记录负载电流，检查并记录油温和油位的变化。
- 检查变压器声音是否正常，接头是否发热，冷却装置投入数量是否足够。
- 防爆膜、压力释放阀是否动作。

（4）故障跳闸后的巡视。

- 检查现场一次设备（特别是保护范围内设备）有无着火、爆炸、喷油、放电痕迹、导线断线、短路、小动物爬入等情况。
- 检查保护及自动装置（包括气体继电器和压力释放阀）的动作情况。
- 检查各侧断路器运行状态（位置、压力、油位）。

2. 开关柜

1）例行巡视

（1）开关柜运行编号标识正确、清晰，编号应采用双重编号。

（2）开关柜上断路器或手车位置指示灯、断路器储能指示灯、带电显示装置指示灯指示正常。开关柜内断路器操作方式选择开关处于运行、热备用状态时置于“远方”位置，其余状态时置于“就地”位置。

（3）机械分、合闸位置指示与实际运行方式相符。

（4）开关柜内应无放电声、异味和不均匀的机械噪声。

（5）开关柜压力释放装置无异常，释放出口无障碍物。

（6）柜体无变形、下沉现象，各封闭板螺栓应齐全，无松动、锈蚀。

（7）开关柜闭锁盒、五防锁具闭锁良好，锁具标号正确、清晰。

（8）充气式开关柜气压正常。

（9）开关柜内SF6断路器气压正常。

（10）开关柜内断路器储能指示正常。

（11）开关柜内照明正常，非巡视时间照明灯应关闭。

2）全面巡视

全面巡视在例行巡视的基础上增加以下项目。

（1）开关柜出厂铭牌齐全、清晰可识别，相序标识清晰可识别。

（2）开关柜面板上应有间隔单元的一次电气接线图，并与柜内实际一次接线一致。

（3）开关柜接地应牢固，封闭性能及防小动物设施应完好。

（4）开关柜控制仪表室巡视检查项目及要求。

- 表计、继电器工作正常，无异声、异味。
- 不带有温湿度控制器的驱潮装置小开关正常在合闸位置，驱潮装置附近温度应稍高于其他部位。

- 带有温湿度控制器的驱潮装置，温湿度控制器电源灯亮，根据温湿度控制器设定启动温度和湿度，检查加热器是否正常运行。
- 控制电源、储能电源、加热电源、电压小开关正常在合闸位置。
- 环路电源小开关除在分段点处断开外，其他柜均在合闸位置。
- 二次接线连接牢固，无断线、破损、变色现象。
- 二次接线穿柜部位封堵良好。

（5）有条件时，通过观察窗检查以下项目。

- 开关柜内部无异物。
- 支持瓷瓶表面清洁、无裂纹、破损及放电痕迹。
- 引线接触良好，无松动、锈蚀、断裂现象。
- 绝缘护套表面完整，无变形、脱落、烧损。
- 油断路器、油浸式电压互感器等充油设备，油位在正常范围内，油色透明无炭黑等悬浮物，无渗、漏油现象。
- 试温蜡片（试温贴纸）变色情况及有无熔化。
- 隔离开关动、静触头接触良好；触头、触片无损伤、变色；压紧弹簧无锈蚀、断裂、变形。
- 断路器、隔离开关的传动连杆、拐臂无变形，连接无松动、锈蚀，开口销齐全；轴销无变位、脱落、锈蚀。
- 断路器、电压互感器、电流互感器、避雷器等设备外绝缘表面无脏污、受潮、裂纹、放电、粉蚀现象。
- 避雷器泄漏电流表电流值在正常范围内。
- 手车动、静触头接触良好，闭锁可靠。
- 开关柜内部二次线固定牢固、无脱落，无接头松脱、过热，引线断裂，外绝缘破损等现象。
- 柜内设备标识齐全、无脱落。
- 一次电缆进入柜内处封堵良好。

（6）检查遗留缺陷有无发展变化。

（7）根据开关柜的结构特点，在变电站现场运行专用规程中补充检查的其他项目。

3）熄灯巡视

熄灯巡视时应通过外观检查或者通过观察窗检查开关柜引线、接头无放电、发红迹象，检查瓷套管无闪络、放电。

4）特殊巡视

（1）新设备或大修投入运行后巡视。

重点检查有无异声、触头是否发热、发红、打火，绝缘护套有无脱落等现象。

（2）雨、雪天气特殊巡视项目。

- 检查开关柜配电室有无漏雨、开关柜内有无进水情况。

- 检查设备外绝缘有无凝露、放电、爬电、电晕等异常现象。

（3）高温大负荷期间巡视。

- 检查试温蜡片（试温贴纸）变色情况。
- 用红外热像仪检查开关柜有无发热情况。
- 通过观察窗检查柜内接头、电缆终端有无过热，绝缘护套有无变形。
- 开关柜配电室的温度较高时应开启开关柜配电室所有的通风、降温设备，若此时温度还不断升高，应减低负荷。
- 检查开关柜配电室湿度是否超过75%，否则应开启全部通风、除湿设备进行除湿，并加强监视。

（4）故障跳闸后的巡视。

- 检查开关柜内断路器控制、保护装置动作和信号情况。
- 检查事故范围内的设备情况，开关柜有无异音、异味，开关柜外壳、内部各部件有无断裂、变形、烧损等异常。

7.3.3 变电系统设备带电检测智能化

1. 红外热像检测

1）检测条件

（1）环境要求。

①一般检测要求。

- 环境温度不宜低于 5℃，一般按照红外热像检测仪器的最低温度掌握。
- 环境相对湿度不宜大于 80%。
- 风速：一般不大于 5m/s，若检测中风速发生明显变化，应记录风速。
- 天气以阴天、多云为宜，夜间图像质量为佳。
- 不应在有雷、雨、雾、雪等气象条件下进行。
- 户外晴天时，要避开阳光直接照射或反射进入仪器镜头。在室内或晚上，检测应避开灯光的直射，宜闭灯检测。

②精确检测要求。除满足一般检测的环境要求外，还满足以下要求。

- 风速一般不大于 0.5m/s。
- 检测期间天气为阴天、多云天气、夜间或晴天日落 2h 后。
- 避开强电磁场，防止强电磁场影响红外热像仪的正常工作。
- 被检测设备周围应具有均衡的背景辐射，应尽量避开附近热辐射源的干扰，某些设备被检测时还应避开人体热源等的红外辐射。

（2）待测设备要求。

- 待测设备处于运行状态。

- 精确测温时，待测设备连续通电时间不小于6h，最好在24h以上。
- 待测设备上无其他外部作业。
- 电流致热型设备最好在高峰负荷下进行检测；否则，一般应在不低于30%的额定负荷下进行，同时应充分考虑小负荷电流对测试结果的影响。

（3）人员要求。

进行电力设备红外热像检测的人员应具备如下条件。

- 熟悉红外诊断技术的基本原理和诊断程序。
- 了解红外热像仪的工作原理、技术参数和性能。
- 掌握热像仪的操作程序和使用方法。
- 了解被测设备的结构特点、工作原理、运行状况和导致设备故障的基本因素。
- 具有一定的现场工作经验，熟悉并能严格遵守电力生产和工作现场的相关安全管理规定。
- 应经过上岗培训并考试合格。

（4）安全要求。

- 应严格执行国家电网有限公司《电力安全工作规程（变电部分）》《电力安全工作规程（配电部分）》及《电力安全工作规程（线路部分）》的相关要求。
- 应在良好的天气下进行，如遇雷、雨、雪、雾不得进行该项工作，风力大于 5m/s 时，不宜进行该项工作。
- 检测时应与设备带电部位保持相应的安全距离。
- 进行检测时，要防止误碰误动设备。
- 行走中注意脚下，防止踩踏设备管道。
- 应有专人监护，监护人在检测期间应始终行使监护职责，不得擅离岗位或兼任其他工作。

（5）仪器要求。

红外测温仪一般由光学系统、光电探测器、信号放大及处理系统、显示和输出、存储单元等组成。

红外测温仪应经具有资质的相关部门校验合格，并按规定粘贴合格标识。

（6）主要技术指标。

- 空间分辨率：不大于1.5毫弧度（标准镜头配置）。
- 温度分辨率：不大于0.1℃。
- 帧频：不低于25Hz。
- 像素：一般检测不低于160×120，精确检测不低于320×240。
- 测温准确度应不大于±2℃或±2%（取绝对值大者）。
- 测温一致性应满足测温准确度的要求。

（7）功能要求。

- 满足有最高点温度自动跟踪。

- 采用优质显示屏，操作简单，仪器轻便，图像比较清晰稳定。
- 可采用目镜取景器，分析软件功能丰富。
- 温度单位设置可在摄氏度和华氏度之间相互转换。
- 可以大气透过率修正、光学透过率修正、温度非均匀性校正。
- 有测量点温、温差功能、温度曲线，显示区域的最高温度。
- 可以修正红外热像图及各种参数，各参数应包括时间日期、物体的发射率、环境温度湿度、目标距离、所使用的镜头、所设定的温度范围。
- 电源必须采用可充电锂电池，一组电池连续工作时间不小于2h，电池组应不少于两组。
- 能够对不同的被测试设备外壳材料进行相关参数的调整。

2）检测准备

- 检测前，应了解相关设备数量、型号、制造厂家、安装日期等信息以及运行情况，制定相应的技术措施。
- 配备与检测工作相符的图纸、上次检测的记录、标准化作业工艺卡。
- 检查环境、人员、仪器、设备满足检测条件。
- 了解现场设备运行方式，并记录待测设备的负荷电流。
- 按相关安全生产管理规定办理工作许可手续。

3）检测步骤

（1）一般检测。

- 仪器开机，进行内部温度校准，待图像稳定后对仪器的参数进行设置。
- 根据被测设备的材料设置辐射率，作为一般检测，被测设备的辐射率一般取0.9左右。
- 设置仪器的色标温度量程，一般宜设置在环境温度加10k～20k的温升范围。
- 开始测温，远距离对所有被测设备进行全面扫描，宜选择彩色显示方式，调节图像使其具有清晰的温度层次显示，并结合数值测温手段，如热点跟踪、区域温度跟踪等手段进行检测。应充分利用仪器的有关功能，如图像平均、自动跟踪等，以达到最佳检测效果。
- 环境温度发生较大变化时，应对仪器重新进行内部温度校准。
- 发现有异常后，再有针对性地近距离对异常部位和重点被测设备进行精确检测。
- 测温时，应确保现场实际测量距离满足设备最小安全距离及仪器有效测量距离的要求。

（2）精确检测。

- 为了准确测温或方便跟踪，应事先设置几个不同的方向和角度，确定最佳检测位置，并可做上标记，以供今后的复测用，提高互比性和工作效率。
- 将大气温度、相对湿度、测量距离等补偿参数输入，进行必要修正，并选择适当的测温范围。
- 正确选择被测设备的辐射率，特别要考虑金属材料表面氧化对选取辐射率的

影响。

- 检测温升所用的环境温度参照物体应尽可能选择与被测试设备类似的物体，且最好能在同一方向或同一视场中选择。
- 测量设备发热点、正常相的对应点及环境温度参照体的温度值时，应使用同一仪器相继测量。
- 在安全距离允许的条件下，红外仪器宜尽量靠近被测设备，使被测设备（或目标）尽量充满整个仪器的视场，以提高仪器对被测设备表面细节的分辨能力及测温准确度，必要时，可使用中长焦距镜头。
- 记录被检设备的实际负荷电流、额定电流、运行电压，被检物体温度及环境参照体的温度值。

2. 特高频局部放电检测

1）检测条件

（1）环境要求。

除非另有规定，检测均在当地大气条件下进行，且检测期间，大气环境条件应相对稳定。

- 待检设备及环境温度不宜低于5℃。
- 环境相对湿度不宜大于80%。若在室外，不应在有雷、雨、雾、雪的环境下进行检测。
- 在检测时应避免手机、雷达、电动马达、照相机闪光灯等无线信号的干扰。
- 室内检测避免气体放电灯、电子捕鼠器等对检测数据的影响。
- 进行检测时应避免大型设备振动源等带来的影响。

（2）待测设备要求。

- 设备处于运行状态（或加压到额定运行电压）。
- 设备外壳清洁、无覆冰。
- 绝缘盆子为非金属封闭或者有金属屏蔽但有浇注口或内置有UHF传感器，并具备检测条件。
- 设备上无各种外部作业。
- 气体绝缘设备应处于额定气体压力状态。

（3）人员要求。

进行电力设备特高频局部放电带电检测的人员应具备如下条件。

- 熟悉特高频局部放电检测技术的基本原理、诊断分析方法。
- 了解特高频局部放电检测仪的工作原理、技术参数和性能。
- 掌握特高频局部放电检测仪的操作方法。
- 了解被测设备的结构特点、工作原理、运行状况和导致设备故障的基本因素。
- 具有一定的现场工作经验，熟悉并能严格遵守电力生产和工作现场的相关安全管

理规定。

- 经过上岗培训并考试合格。

（4）安全要求。

- 应严格执行国家电网有限公司《电力安全工作规程（变电部分）》的相关要求。
- 带电检测工作不得少于两人。检测负责人应由有经验的人员担任，开始检测前，检测负责人应向全体检测人员详细布置安全注意事项。
- 进行室外检测时，应避免雨、雪、雾、露等湿度大于85%的天气条件对GIS设备外壳表面的影响，并记录背景噪声。
- 检测时应与设备带电部位保持足够的安全距离，并避开设备防爆口或压力释放口。
- 在进行检测时，要防止误碰误动设备。
- 行走中注意脚下，防止踩踏设备管道。
- 防止因传感器坠落而误碰运行设备和试验设备。
- 保证被测设备绝缘良好，防止低压触电。
- 在使用传感器进行检测时，应戴绝缘手套，避免手部直接接触传感器金属部件。
- 测试现场出现明显异常情况时（如异音、电压波动、系统接地等），应立即停止测试工作并撤离现场。
- 使用同轴电缆的检测仪器在检测中应保持同轴电缆完全展开，并避免同轴电缆外皮受到剐蹭。

（5）仪器要求。

特高频局部放电检测系统一般由内置式或外置式特高频传感器、数据采集单元、信号放大器（可选）、数据处理单元、分析诊断单元等组成。

（6）主要技术指标。

- 检测频率范围：通常选用300～3000MHz 之间的某个子频段，典型的如400～1500MHz。
- 检测灵敏度：不大于7.6V/m。

（7）功能要求。

- 可显示信号幅值大小。
- 报警阈值可设定。
- 检测仪器具备抗外部干扰的功能。
- 测试数据可存储于本机并可导出。
- 可用外施高压电源进行同步，并可通过移相的方式，对测量信号进行观察和分析。
- 可连接 GIS 内置式特高频传感器。
- 能够进行时域与频域的转换。
- 按预设程序定时采集和存储数据的功能。
- 宜具备检测图谱显示。提供局部放电信号的幅值、相位、放电频次等信息中的一种或几种，并可采用波形图、趋势图等谱图中的一种或几种进行展示。

- 宜具备放电类型识别功能。宜具备模式识别功能的仪器应能判断 GIS 中的典型局部放电类型（自由金属颗粒放电、悬浮电位体放电、沿面放电、绝缘件内部气隙放电、金属尖端放电等），或给出各类局部放电发生的可能性，诊断结果应当简单明确。

2）检测准备

- 检测前，应了解被检测设备数量、型号、制造厂家安装日期、内部构造等信息以及运行情况，制定相应的技术措施。
- 配备与检测工作相符的图纸、上次检测的记录、标准化作业工艺卡。
- 现场具备安全可靠的独立电源，禁止从运行设备上接取检测用电源。
- 检查环境、人员、仪器、设备满足检测条件。
- 按相关安全生产管理规定办理工作许可手续。

3）检测步骤

- 按照设备接线图连接测试仪各部件，将传感器固定在盆式绝缘子非金属封闭处。传感器应与盆式绝缘子紧密接触并在测量过程保持相对静止，并避开紧固绝缘盆子螺栓，将检测仪相关部件正确接地，电脑、检测仪主机连接电源，开机。
- 开机后，运行检测软件，检查仪器通信状况、同步状态、相位偏移等参数。
- 进行系统自检，确认各检测通道工作正常。
- 设置变电站名称、检测位置并做好标注。对于 GIS 设备，利用外露的盆式绝缘子处或内置式传感器，在断路器断口处、隔离开关、接地开关、电流互感器、电压互感器、避雷器、导体连接部件等处均应设置测试点。一般每个GIS间隔取2～3点，对于较长的母线气室，可5～10m处取一点，应保持每次测试点的位置一致，以便于进行比较分析。
- 将传感器放置在空气中，检测并记录背景噪声，根据现场噪声水平设定各通道信号检测阈值。
- 打开连接传感器的检测通道，观察检测到的信号，测试时间不少于30s。如果发现信号无异常，保存数据，退出并改变检测位置继续下一点检测。如果发现信号异常，则延长检测时间并记录多组数据，进入异常诊断流程。必要的情况下，可以接入信号放大器。测量时应尽可能保持传感器与盆式绝缘子的相对静止，避免因为传感器移动引起的信号而干扰正确判断。
- 记录三维检测图谱，在必要时进行二维图谱记录。每个位置检测时间要求30s，若存在异常，应出具检测报告。

3. 高频局部放电检测

1）检测条件

（1）环境要求。

除非另有规定，检测均在当地大气条件下进行，且检测期间，大气环境条件应相对稳定。

- 检测目标及环境的温度不宜低于5℃。
- 环境相对湿度不宜大于80%，雷、雨、雾、雪等天气不可进行检测。
- 检测时应避免手机、照相机闪光灯等无线信号的干扰。
- 室内检测避免气体放电灯等对检测数据的影响。
- 进行检测时应避免干扰源和大型设备振动带来的影响。

（2）待测设备要求。

- 设备处于带电状态。
- 待测设备上无其他作业。
- 待测设备接地引线（或被检电缆本体）上无其他耦合回路。

（3）人员要求。

电力设备高频局部放电的带电检测，检测人员应具备如下条件。

- 熟悉高频局部放电检测的基本原理、诊断程序和缺陷定性的方法。
- 了解高频局部放电检测仪的技术参数和性能，掌握高频局部放电检测仪的操作程序和使用方法。
- 了解被测电力设备的结构特点、运行状况和导致设备故障的基本因素。
- 经过上岗培训并考试合格。
- 具有一定的现场工作经验，熟悉并能严格遵守电力生产和工作现场的相关安全管理规定。

（4）安全要求。

- 应严格执行国家电网有限公司《电力安全工作规程（变电部分）》的相关要求。
- 应确保操作人员及测试仪器与电力设备的带电部位保持足够的安全距离。
- 应避开设备防爆口或压力释放口。
- 测试中，电力设备的金属外壳应接地良好。
- 在使用传感器进行检测时，应戴绝缘手套，避免手部直接接触传感器金属部件。
- 应在良好的天气下进行。如遇雷、雨、雪、雾天气，不得进行该项工作。风力大于5级时，不宜进行该项工作。
- 行走中注意脚下，防止踩踏设备管道。
- 防止因传感器坠落而误碰设备。
- 保证被测设备绝缘良好，防止低压触电。

（5）仪器要求。

电力设备高频局部放电检测系统一般由高频电流传感器、相位信息传感器、信号采集单元、信号处理单元和数据处理终端和显示交互单元等构成。高频局部放电检测仪器应经具有资质的相关部门校验合格，并按规定粘贴合格标识

（6）主要技术指标。

- 检测频率范围：通常选用 3～30MHz 之间。
- 检测灵敏度：小于等于−100dB/10pC。

- 高频电流传感器需有较强的抗工频的磁饱和能力。

（7）功能要求。

- 具备连续测量能力，内外两种同步模式，能识别和抑制干扰，拥有局部放电波形和数值两种显示功能。
- 具有放电相位、幅值、放电频次信息显示功能。
- 具备数据保存功能，可实现数据、图像的动态回放和无线传输。
- 检测仪器具备抗外部干扰的功能。
- 按预设程序定时采集和存储数据的功能。
- 宜具备检测图谱显示。提供局部放电信号的幅值、相位、放电频次等信息中的一种或几种，并可采用波形图、趋势图等谱图中的一种或几种进行展示。
- 宜具备放电类型识别功能。宜具备模式识别功能的仪器应能判断容性设备中的典型局部放电类型（自由金属颗粒放电、悬浮电位体放电、沿面放电、绝缘件内部气隙放电、金属尖端放电等），或给出各类局部放电发生的可能性，诊断结果应当简单明确。
- 电池工作时间：充满电后连续工作时间不小于6h。

2）检测准备

- 检测前，应了解被测设备数量、型号、制造厂家、安装日期等信息以及运行情况。
- 配备与检测工作相符的图纸、上次检测的记录、标准化作业执行卡。
- 检查环境、人员、仪器、设备满足检测条件。
- 确认被测设备末屏接地良好，无开路风险。
- 现场具备安全可靠的独立电源，禁止从运行设备上接取检测用电源。
- 按相关安全生产管理规定办理工作许可手续。

3）检测步骤

- 根据不同的电力设备及现场情况选择适当的测试点，保持每次测试点的位置一致，以便于进行比较分析。
- 在设备末屏接地端（包括变压器铁芯、避雷器接地引下线等）安装高频局部放电传感器和相位信息传感器，设备电流方向应与传感器的标注要求一致。
- 开机后，运行监测软件，检查主机与电脑通信状况、同步状态、相位偏移等参数。
- 进行系统自检，确认各检测通道工作正常。
- 测试背景噪声。测试前将仪器调节到最小量程，测量空间背景噪声值并记录。
- 根据现场噪声水平设定各通道信号检测阈值。
- 开始测试，打开连接传感器的检测通道，观察检测到的信号。测试时间不少于60s。
- 如果发现信号无异常，保存数据，退出并改变检测位置继续下一点检测；如果发现信号异常，则延长检测时间并记录3组数据，进入异常诊断流程。
- 对于异常的检测信号，可以使用诊断型仪器进行进一步的诊断分析，也可以结合其他检测方法进行综合分析。

4. 接地阻抗测量

1）试验条件

（1）环境要求。

- 干燥季节和土壤未冻结时进行。
- 不应在雷、雨、雪中或雨、雪后立即进行。
- 现场区域满足试验安全距离要求。

（2）人员要求。

试验人员需具备如下基本知识和能力。

- 熟悉接地阻抗测量技术的基本原理、分析方法。
- 了解接地阻抗测试仪的工作原理、技术参数和性能。
- 掌握接地阻抗测试仪的操作方法。
- 能正确完成现场各种试验项目的接线、操作及测量。
- 具有一定的现场工作经验，熟悉并能严格遵守电力生产和工作现场的相关安全管理规定。
- 熟悉各种影响试验结论的因素及消除方法。
- 人员需经上岗培训并考试合格。

（3）安全要求。

- 应严格执行国家电网有限公司《电力安全工作规程（变电部分）》的相关要求。
- 高压试验工作不得少于两人。试验负责人应由有经验的人员担任，开始试验前，试验负责人应向全体试验人员详细布置试验中的安全注意事项，交代邻近间隔的带电部位，以及其他安全注意事项。
- 应确保操作人员及试验仪器与电力设备的高压部分保持足够的安全距离。
- 应在良好的天气下进行，如遇雷、雨、雪、雾天气，不得进行该项工作。
- 系统存在接地故障时，严禁进行接地阻抗测试。
- 试验前必须认真检查试验接线，应确保正确无误。要确保所放电压线和电流线的连接完好，不应有裸露部分，试验过程中确保线路对地其他处无短接，搭接牢固合适。
- 在进行试验时，要防止误碰误动设备。
- 试验期间电流线严禁断开，电流线全程和电流极处要有专人看护。
- 试验现场出现明显异常情况时，应立即停止试验工作，查明异常原因。
- 高压试验作业人员在全部试验过程中，应精力集中，随时警戒异常现象发生。
- 试验结束时，试验人员应拆除试验接线，并进行现场清理。

（4）仪器要求。

- 宜采用异频电流法测试接地装置的工频特性参数。试验电流频率宜在40～60Hz范围，标准正弦波波形，试验电流宜在3～20A。对试验现场干扰大的时候，可以适

当加大测试电流。

- 如果采用工频电流法测试大型接地装置的工频特性参数，则应采用独立电源或经隔离变压器供电，并尽可能加大试验电流，试验电流不宜小于50A。
- 仪器的准确度不低于1.0级。

（5）试验准备。

- 现场试验前，应详细了解现场的运行情况，查阅相关技术资料，掌握地网接地运行情况，据此制定相应的技术措施。
- 应配备与工作情况相符的上次试验记录、标准化作业指导书、合格的仪器仪表、工具和连接导线等。
- 现场具备安全可靠的独立试验电源，禁止从运行设备上接取试验电源。
- 检查环境、人员、仪器满足试验条件。
- 按相关安全生产管理规定办理工作许可手续。

2）试验方法

（1）测试回路的布置。

- 测试接地装置接地阻抗的电流极应布置得尽量远，通常电流极与被试接地装置边缘的距离cGd 应为被试接地装置最大对角线长度D 的4～5倍；对超大型的接地装置的测试，可利用架空线路做电流线和电位测试线；当远距离放线有困难时，在土壤电阻率均匀地区，建议使用夹角法进行测量，测量时cGd 可取2D，在土壤电阻率不均匀地区可取3D。
- 测试回路应尽量避开河流、湖泊；尽量远离地下金属管路和运行中的输电线路，避免与之长段并行，与之交叉时垂直跨越。
- 无论哪种测试方法，都要求电流线和电位线之间保持尽量远的距离，以尽量减小电流线与电位线之间互感的影响。

（2）电流极和电位极。

- 电流极的电阻值应尽量小，以保证整个电流回路阻抗足够小，设备输出的试验电流足够大。
- 可采用人工接地极或利用高压输电线路的铁塔作为电流极，但应注意避雷线分流的影响。
- 如电流极电阻偏高，可尝试采用多个电流极并联或向其周围泼水的方式降阻。
- 电位极应紧密而不松动地插入土壤20cm以上。

（3）试验电流的注入。

大型接地装置接地阻抗测试时，试验电流的注入点宜选择单相接地短路电流大的场区里，电气导通测试中结果良好的设备接地引下线处，一般选择在变压器中性点附近或场区边缘。小型接地装置的测试可根据具体情况参照进行。

3）接线原理图

测量接地阻抗的方法主要有电位降法和电流-电压表三极法，如图7-4和图7-5所示。

其中电流-电压表三极法又分为直线法和夹角法。大型接地装置接地阻抗的测试中主要采用夹角法、电位降法。如果条件所限无法呈夹角放置，应注意使电流线和电位线保持尽量远的距离，以减小互感耦合对测试结果的影响。电位降法主要适用于区域水平段较分明的情况。

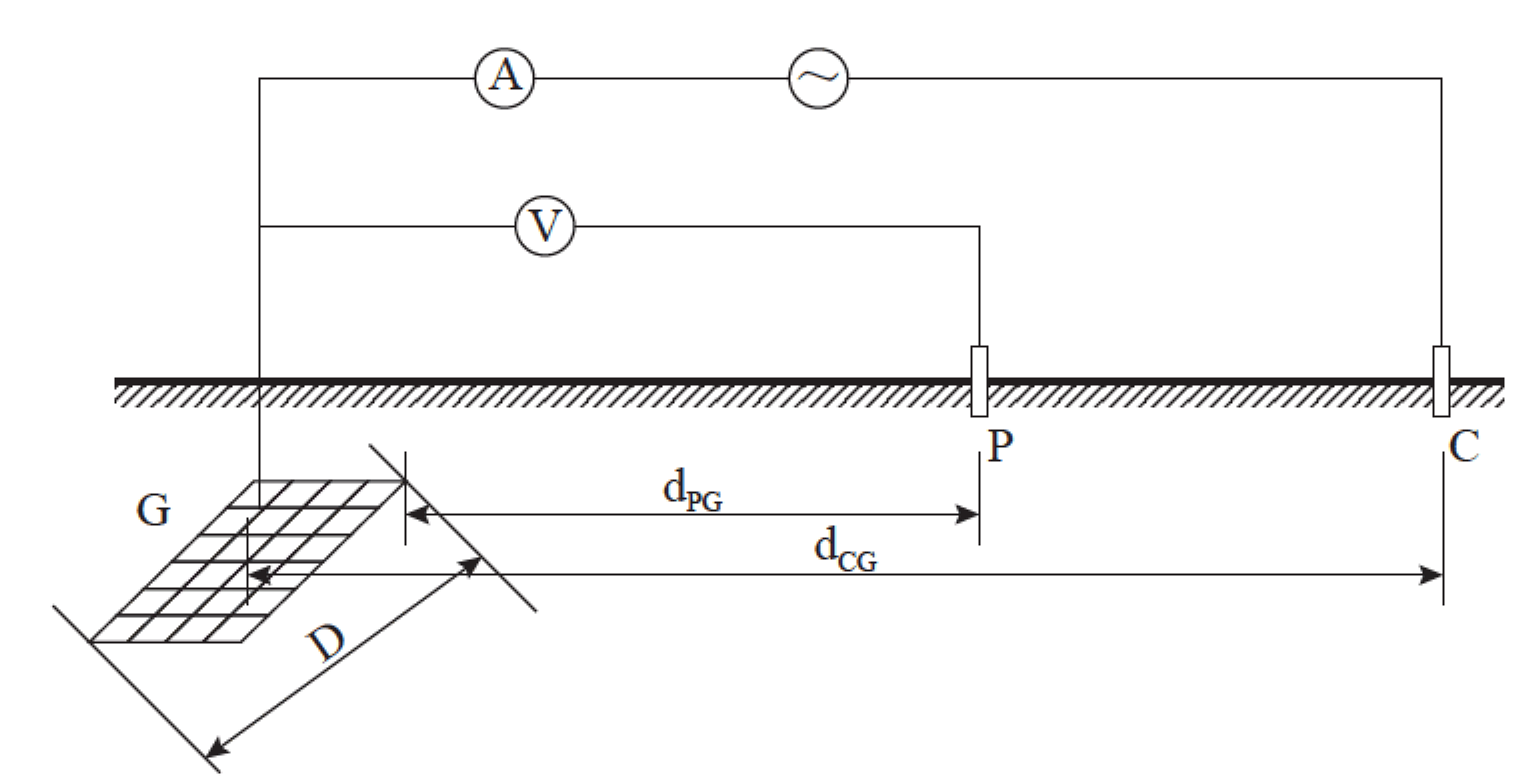


图7-4　电流-电压表三极法接线示意图

G—被试接地装置；C—电流极；P—电位极；D—被试接地装置最大对角线长度；d_{CG}—电流极与被试接地装置边缘的距离；d_{PG}—电位极与被试接地装置边缘的距离

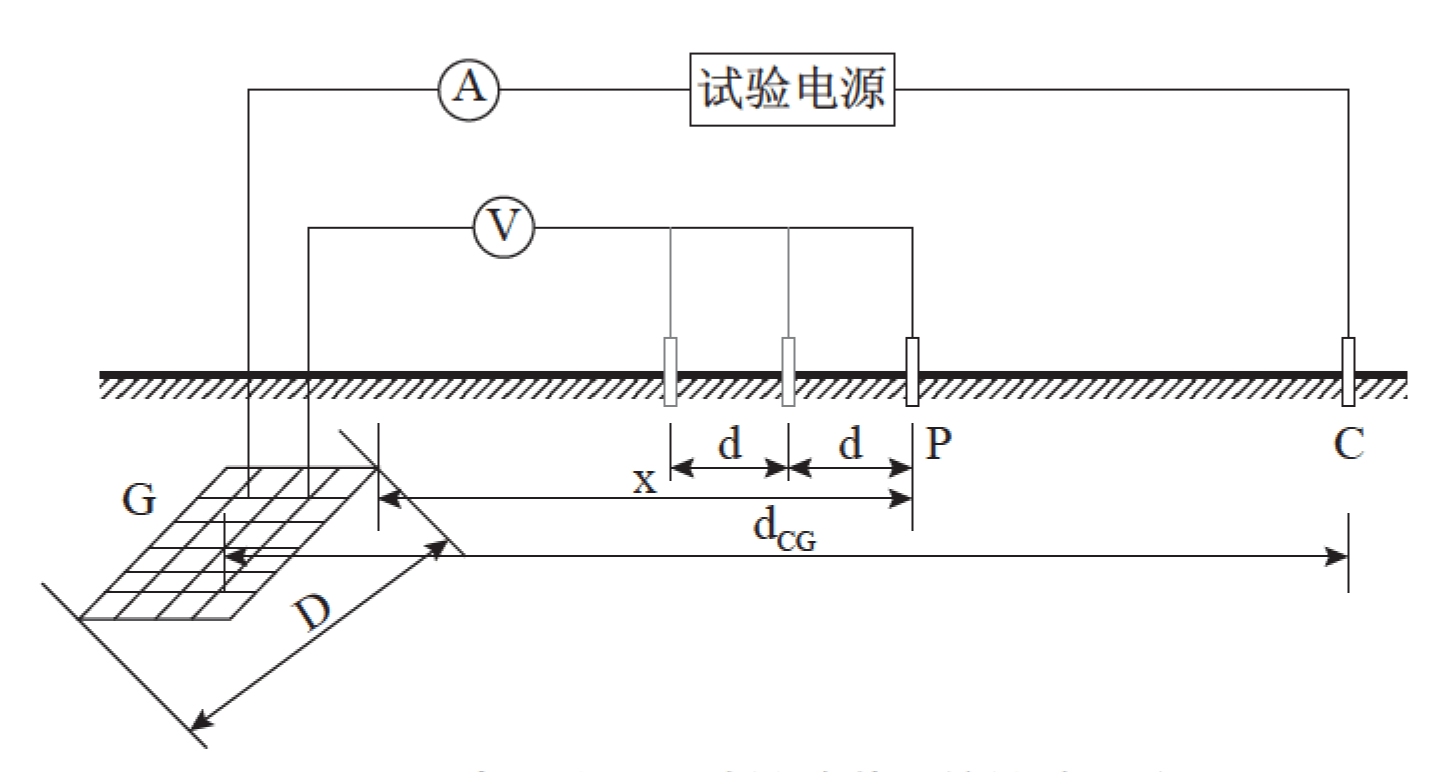


图7-5　电位降法测试接地装置的接地阻抗

G—被试接地装置；C—电流极；P—电位极；D—被试接地装置最大对角线长度；d_{CG}—电流极与被试接地装置边缘的距离；x—电位极与被试接地装置边缘的距离；d—测试距离间隔

4）试验步骤

（1）直线法。

- 根据变电站接地装置实际情况确定接地阻抗试验电压、电流测试线放设长度与位置，其中电流测试线cGd、电压测试线PGd 长度通常为（0.5～0.6）cGd。
- 沿相同方向放设电压测试线与电流测试线。
- 在测试线末端，将连接电极埋入被测土壤中。
- 对试验装置进行接线并检查确认接线正确。
- 接通试验电源，进行接地阻抗测试。
- 电位极 P 应在被测接地装置 G 与电流极 C 连线方向移动三次，每次移动的距离为

d_{CG}的 5%左右，当三次测试的结果误差在 5%以内即可。

- 按照接地阻抗试验记录对试验信息进行记录。
- 试验结束后，断开电源，并整理接线。

（2）夹角法。

只要条件允许，大型接地装置接地阻抗的测试都采用电流—电位线夹角布置的方式。d_{CG}一般为4D～5D，对超大型接地装置则尽量远；d_{PG}的长度与d_{CG}相近。

（3）电位降法。

- 按照要求放设电流测试线，并在测试线末端，将连接电极埋入被测土壤中。
- 对试验装置进行接线并检查确认接线正确。
- 接通试验电源，向接地装置中通入试验电流。
- 选取接地装置边缘为电位极P的移动起始点，电位极P沿与电流回路呈30°～45°的方向向外移动，并间隔d（50m或100m或200m）测试一次P与G之间的电位差U。
- 绘出U与移动距离x的变化曲线，曲线平坦处即为电位零点，与曲线起点间的电位差即为在试验电流下被试接地装置的电位升高Um。
- 地网分流系对接地阻抗的影响，同时适用于电流-电压表三极法、接地阻抗测试仪法和工频电流法的接地阻抗测试。
- 如果电位测试线与电流线呈角度放设确实困难，可与之同路径放设，但要保持尽量远的距离。
- 如果电位降曲线的平坦点难以确定，则可能是受被试接地装置或电流极C的影响，考虑延长电流回路；或者是地下情况复杂，考虑以其他方法来测试和校验。
- 按照接地阻抗试验记录对试验信息进行记录。
- 试验结束后，断开电源，并整理接线。

7.3.4 变电系统设备停电检修智能化

1. 变压器停电检修智能化

1）检修周期

（1）基准周期 35kV 及以下 4 年、110（66）kV 及以上 3 年。

（2）可依据设备状态、地域环境、电网结构等特点，在基准周期的基础上酌情延长或缩短检修周期，调整后的检修周期一般不小于 1 年，也不大于基准周期的 2 倍。

（3）对于未开展带电检测设备，检修周期不大于基准周期的1.4倍；未开展带电检测老旧设备（大于 20 年运龄），检修周期不大于基准周期。

（4）110（66）kV及以上新设备投运满1～2年，以及停运6个月以上重新投运前的设

备，应进行检修。对核心部件或主体进行解体性检修后重新投运的设备，可参照新设备要求执行。

（5）现场备用设备应视同运行设备进行检修，备用设备投运前应进行检修。

（6）符合以下各项条件的设备，检修可以在周期调整后的基础上最多延迟1个年度。

- 巡视中未见可能危及该设备安全运行的任何异常。
- 带电检测（如有）显示设备状态良好。
- 上次试验与其前次（或交接）试验结果相比无明显差异。
- 上次检修以来，没有经受严重的不良工况。

2）检修准备

（1）站队交代工作任务和停电范围，同时检查并确认现场安全措施与工作票所列安全措施一致。

（2）电、气焊应开“火票”，并备有必要数量的灭火器，以防止火灾；电（气）焊操作人员按要求穿戴安全防护用品。

（3）使用绝缘梯上下主变时必须有专人监护；在上部工作时，防止螺栓及工具跌下打破套管等附件。

（4）接、拆低压电源时，应有专人监护；必要时，应用万用表进行测量。

（5）所有工作人员必须正确、合理使用劳保用品，高空作业工作人员须系保险带工作并注意防滑。

（6）其他主变及相邻间隔在运行，如用吊车或斗臂车应注意与带电设备保持足够的安全距离：（500kV）≥8.5m，（220kV）≥6m，（110kV）≥5m，（35kV）≥4m，（10kV）≥3m。

（7）任务分工明确，起重专人指挥使用统一标准信号、监护吊臂回转方向。

（8）检修、试验用的电气设备必须可靠接地，严禁用保护地线当工作地线。

（9）工作现场保持整洁，随时清理渗漏油部位，一般废弃物应就近放在垃圾箱内，不能随便乱扔。

3）检修作业

（1）法兰。

- 检查法兰的渗漏位置，确定渗漏点，必要时可用白土找漏或用气焊进行烘烤。
- 确定因胶垫压缩量不够造成渗漏时：应用扳手对角紧固螺栓，胶垫的压缩量应控制在1/3～1/2之间。
- 确定因胶垫位置放置不正确或胶垫老化造成渗漏时：根据现场实际情况首先关闭通往该法兰的截门或适当放油，以确定该法兰可以打开换垫。胶垫应（选用同型号并保证有足够的压缩量）放置正确，带有定位槽的应确保胶圈完全放入槽内，法兰表面清理平整无异物，对角紧固螺栓，胶垫的压缩量应控制在1/3～1/2。
- 确定因法兰螺栓盲孔打穿造成渗漏时：应进行补焊，将该盲孔的螺栓焊死，以确保不再渗漏。

- 确定因法兰接触面有凹陷或不平整造成渗漏时：应对凹陷或不平整处进行打磨或补焊，将接触面处理平整光滑。

（2）焊口。

- 检查渗漏位置，确定渗漏点，必要时可用白土找漏或用气焊进行烘烤。
- 确定因砂眼或焊缝造成渗漏时，对渗漏点进行补焊。
- 当不具备补焊条件时，可用胶（一般为“速成钢”粘胶）进行封堵。首先将渗漏部位清理干净，确保无杂物和油迹；然后将配比好的胶迅速粘堵上，将胶与渗漏点的接触面压紧、粘实。

（3）截门。

- 阀门的转轴、挡板、轴杆等部件应完整、灵活和严密无渗漏。
- 确定因胶垫压缩量不够造成渗漏时：应用扳手对角紧固螺栓，胶垫的压缩量应控制在1/3～1/2。
- 确定因胶垫位置放置不正确或胶垫老化造成渗漏时：根据现场实际情况首先关闭该截门或适当放油，以确定该截门可以打开换垫；胶垫（选用同型号并保证有足够的压缩量）应放置正确，带有定位槽的应确保胶圈完全放入槽内，截门接触表面清理平整无异物，对角紧固螺栓，胶垫的压缩量应控制在1/3～1/2，工作完毕后将截门开闭方向恢复至更换前状态。
- 确定砂眼或焊缝造成渗漏时：首先关闭截门或适当排油，直至可拆下该截门；更换上新截门，将状态恢复至原始。
- 确定因盘根密封不严造成截门渗漏时：打开截门帽，用专用扳手紧固盘根或更换盘根胶垫，确定不漏后重新拧紧更换密封胶垫的截门帽并清理干净。

（4）放油（气）堵。

- 确定因胶垫压缩量不够造成渗漏时：应用扳手紧固，胶垫的压缩量应控制在1/3～1/2。
- 确定因胶垫老化或龟裂造成渗漏时：在保证不跑、漏油（可适当排油）时，拧下放油（气）堵更换胶垫，胶垫压缩，更换后将状态恢复如初。
- 确定放油（气）堵因砂眼造成渗漏时：对堵进行补焊或更换。

（5）胶囊式储油柜。

- 带有小胶囊的油标管顶部呼吸塞拧得过紧，造成油标管内的空气不能自由呼吸，形成假油位：应拧松呼吸塞，保持畅通。
- 呼吸器不畅通造成假油位：应拧松呼吸器，待油位恢复后，重新拧紧呼吸器，并加好油盅内变压器油。
- 储油柜内的空气未排净造成假油位：应打开顶部排气孔，对胶囊重新充氮，确定排净空气后封好顶部排气孔。
- 胶囊破损或渗漏造成假油位：更换胶囊。
- 磁力式油位计指示不准、连杆弯曲折断、浮球渗漏等造成的假油位：拆下油位计

进行检修或更换。

- 因储油柜内隔网设计不合理，造成堵塞油标管形成假油位：打开储油柜侧口圈，重新焊接隔网。

（6）隔膜式储油柜。

- 因油位计造成假油位处理。
- 呼吸器不畅通处理。
- 隔膜破裂或渗漏造成油位计指示偏低：更换隔膜。
- 隔膜与油面之间空气未排净造成油位计指示偏高：打开放气塞，排净空气。

（7）油位计。

- 连杆应无变形折裂，传动齿轮灵活，无卡、滑齿现象。
- 主动、从动磁铁应同步正确：连杆摆动45°时，指针应旋转270°，从0位置指示到10位置，传动灵活。
- 指针指示正确，报警装置动作正确：当指针在0最低油位和10最高油位时，分别发出信号。
- 绝缘电阻应大于1MΩ，或在2000V电压下1min应不击穿。

（8）油标管（板）。

- 内部应应清洁无杂物，油位指示正确。油标管应无破损和断裂，油标板应无龟裂和破裂。
- 确定因胶垫密封不严造成渗漏时：将储油柜内的变压器油放出，将油位计拆下更换换垫，处理后对储油柜进行回油，调整油位，充氮。
- 确定因油位计底座或底座螺栓盲孔打穿造成渗漏时：将储油柜内的变压器油放出，将油位计拆下更换底座或对底座进行补焊，处理后更换胶垫安装油位计，对储油柜进行回油，调整油位，充氮。
- 确定因油标管（板）破损或龟裂造成渗漏时：更换油标管（板）。

（9）胶囊。

打开储油柜侧面法兰，用肉眼观察或利用加压的方法确定胶囊是否渗漏，胶囊应无老化开裂现象，密封性能良好。通过胶囊口加压0.02～0.03MPa，12h内应无渗漏。

（10）画油面线。

- 以储油柜截面底部为基准，以储油柜截面高度为直径（d）。
- －30℃的位置为储油柜直径（d）的0.1d～0.3d处。
- ＋20℃的位置为储油柜直径（d）的0.45d处。
- ＋40℃的位置为储油柜直径（d）的0.55d处。

（11）无载开关。

- 确定因传动杆胶密封垫压缩量不足造成渗漏时：重新压紧密封胶垫，压缩量保持在1/3～1/2。
- 确定因传动杆盘根造成渗漏时：压紧盘根胶垫，必要时更换盘根胶垫。

- 确定因传动杆胶密封垫老化或龟裂造成渗漏时：应更换胶垫。首先关闭主体瓦斯两侧截门，并部分排油，直至能更换胶垫为止。拔出传动杆，将原胶垫去除，更换同型号胶垫后回插。完成后由试验人员做试验，以确定分接位置准确无误。最后打开瓦斯两侧截门充油并本体上部排气，调整油位后对胶囊充氮。
- 操作机构失灵，不能实现分接变换。
  - ◎ 开关转轴与法兰盘密封过紧：调整压紧力，在保证不发生渗漏的前提下，确保开关转动灵活。
  - ◎ 触头弹簧失效，动触头卡涩：需吊开钟罩，更换弹簧并调整动触头压紧力。

（12）硅胶罐。

- 确定因胶垫压缩量不足造成渗漏时：对角紧固螺栓，压缩量保持在1/3～1/2。
- 确定因胶垫老化或龟裂造成渗漏时：应更换胶垫。首先关闭硅胶罐上下截门，将罐内变压器油排出，更换胶垫后对角压紧螺栓，完工后打开截门对硅胶罐充油并排气。
- 因硅胶受潮或需更换内部硅胶时：应关闭上下截门，排净罐内变压器油，将硅胶罐下部法兰打开，将硅胶放到专用容器内，清理罐体内部后，封闭下部法兰（需要时更换法兰胶垫），打开上部法兰口，将新硅胶倒入硅胶罐内（硅胶的灌入量应距硅胶罐顶部50mm左右），完工后封闭上部法兰，打开上下截门对硅胶罐充油并充分排气。

（13）瓦斯继电器。

- 确定因瓦斯继电器胶垫（包括上盖胶垫、视窗胶垫和两侧胶垫）压缩量不足造成渗漏时：应对角紧固螺栓，保证压缩量在1/3～1/2。
- 确定因瓦斯继电器胶垫老化或龟裂造成渗漏时：首先关闭瓦斯两侧截门，更换同型号胶垫，确保胶垫的安装位置正确，带有定位槽的应将胶圈放入槽内，压缩量保持在1/3～1/2，完成后打开两侧截门并对瓦斯排气。
- 确定因瓦斯继电器有砂眼造成渗漏时：更换瓦斯或瓦斯外套。应关闭两侧截门，更换相同型号的瓦斯或外套，完成后打开两侧截门并瓦斯排气。
- 瓦斯年校：关闭瓦斯两侧截门，更换经试验合格的相同型号新瓦斯继电器。

（14）纯瓷套管。

- 确定因胶垫摆放不正造成渗漏时：部分排油（需要时），将套管压紧螺母松开，放正胶垫后重新紧固压紧（紧固底部螺栓时应对角紧固），压缩量在1/3～1/2，完成后对套管排气。
- 确定因胶垫压缩量不足造成渗漏时：应重新紧固（底部螺栓压紧）。
- 确定因胶垫老化或龟裂造成渗漏时：部分排油（如需要时），拆下套管胶垫更换相同型号新胶垫并拧紧，压缩量在1/3～1/2，完成后对套管排气。
- 确定因缆头或套管有裂缝造成渗漏时：更换相同型号的套管或缆头。

（15）充油套管。

- 套管缺油：打开套管头部注油孔，用专用注油壶向套管内注油，直至正常油位。
- 将军帽松动：确定将军帽内胶垫是否可用，紧固压紧螺栓。
- 因接触不良或缆头松动造成套管缆头过热：用细砂纸打磨缆头接触面以去除氧化膜，用专用扳手紧固缆头。
- 套管末屏接地不良或断裂造成放电：重新接好断线或重新压紧接地罩以保证接地良好。

（16）电流互感器。

- 确定因胶垫压缩量不足造成渗漏时：应对角重新逐渐压紧螺栓，压缩量保持在1/3～1/2。
- 确定CT端子渗漏时：部分排油（需要时），对渗漏端子进行紧固或更换端子胶垫，并确保端子内部连线不相碰（必要时请试验做配合）。
- 确定因胶垫老化、龟裂或放置位置不正造成渗漏时：首先部分排油至能够更换胶垫为止，拆除套管，将套管用电流互感器吊起，更换同型号胶垫，胶垫位置要放置正确，带有定位槽的应将胶垫完全放置在槽内，对角逐渐压紧螺栓，压缩量保持在1/3～1/2，完成后将套管恢复，充油后充分排气，调整油位后对胶囊充氮。
- 确定CT端子板渗漏时：更换相同型号的胶垫或端子板。

（17）有载开关。

- 确定因开关大盖胶垫摆放不正或老化龟裂造成渗漏时：打开开关上盖，重新摆正胶垫（需更换时应用同型号的胶垫），对角逐渐压紧螺栓，压缩量保持在1/3～1/2。
- 确定因胶垫压缩量不足造成渗漏时：压紧。
- 螺栓盲孔打穿造成渗漏：补焊，将该盲孔的螺栓焊死。
- 确定因开关油室与主体之间的胶垫造成漏通时：将主体部分排油至能更换胶垫为止，更换新的同型号胶垫，压紧量保持在1/3～1/2，完工后回油、排气、调整油位并胶囊充氮。
- 常见故障及处理：（必要时请试验配合）。
    - ◎ 联动：顺序开关故障或接触器动作不当，应检查动作是否正确，并清理接触器油污。
    - ◎ 手摇正常，就地拒动：检查操作电源和电动控制回路的正确性。
    - ◎ 电动机构只能一个方向变换：检查限位机构复位情况，必要时更换限位开关。
    - ◎ 正反两方向均拒动：电源缺相或手摇闭锁开关触电未复位。
    - ◎ 切换开关切换时间延长或不切换：储能弹簧疲劳、弹力减弱、断裂或机械卡死，调换弹簧或检修传动机械。

（18）水冲洗。

- 在冲洗过程中，冲洗设备要可靠接地，变压器上所有低压回路做好防水措施。
- 带电水冲洗时，冲洗部位不超过主体口圈以上。

（19）冷却器。

- 确定散热器出现砂眼或焊缝渗漏油时：应采取堵漏油措施。如采用气焊或电焊，要求焊点准确，焊缝牢固，严禁将焊渣掉入散热器内。
- 确定因散热器密封胶垫压缩量不够造成渗漏油时：应对角紧固螺栓，逐渐压紧，胶垫的压缩量保持在1/3～1/2。
- 确定因胶垫老化或龟裂造成渗油时：应关闭散热器上下截门并排油至能更换胶垫为止，更换后应对角逐渐紧固并压紧，压缩量保持在1/3～1/2，使密封良好，不渗漏，完工后打开散热器上下截门，给散热器充油并排气。

（20）潜油泵。

- 确定因胶垫松动造成渗漏时：重新紧固连接螺栓，应对角逐渐压紧，压缩量保持在1/3～1/2。
- 确定因胶垫老化或龟裂造成渗漏时：关闭油泵两端截门，松开油泵更换同型号胶垫，压紧量保持在1/3～1/2，充油后充分排气。
- 确定潜油泵需要更换时：关闭两端截门，更换相同型号新的潜油泵，重新接线后应试转，以确定旋转方向正确，完成后打开两端截门，充油后排气。

（21）油流继电器。

- 确定因胶垫松动造成渗漏时：重新紧固连接螺栓，应对角逐渐压紧，压缩量保持在1/3～1/2。
- 确定因胶垫老化或龟裂造成渗漏时：关闭油泵两端截门，松开油流继电器更换同型号胶垫，压紧量保持在1/3～1/2，充油后充分排气。
- 运行中油流抖动：检查型号是否匹配，挡板转动是否灵活，有无卡涩及弹簧弹力是否充足等。
- 运行中油流不起：检查电源接线是否有电，是否装反油流，挡板是否卡住，主动和被动磁铁是否同步转动等。

第8章
大型电力企业国际业务数据工程与案例分析

本章的主要内容包括全球能源互联网及国际业务基础理论，国际业务数据应用工程功能规划设计，国际电力业务一体化数据平台案例分析。



8.1　全球能源互联网及国际业务基础理论

本节主要介绍全球能源互联网概念及关键技术、全球能源互联网具备的主要特征、我国跨国企业海外业务信息化案例分析。

8.1.1　全球能源互联网概念及关键技术

全球能源互联网指的是横向实现电、气、热、可再生能源等“多源互补”，纵向实现“源-网-荷-储”各环节高度协调，生产和消费双向互动，集中与分布相结合的能源服务网络。从互联网观念出发，能源互联网的主要特征体现在开放、互联、对等、分享；从能源供应网络出发，全球能源互联网主要体现在：从就地控制到区域控制，再到全局控制的逐步发展、扩充与完善过程。

下面介绍全球能源互联网主要关键技术。

1. 一带一路

一带一路（The Belt And Road，B&R）是“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”的简称。“一带一路”必将促进我国与俄罗斯、哈萨克斯坦、土库曼斯坦等邻国在石油、天然气、电力和新能源等能源领域的广泛深入合作，因此“全球能源互联网”是结合“一带一路”发展战略打开能源领域的全球视野。

2. 一极一道

从世界清洁能源资源分布来看，北极圈及其周边地区（“一极”）风能资源和赤道及附近地区（“一道”）太阳能资源十分丰富，简称“一极一道”。集中开发北极风能和赤道太阳能资源，通过特高压等输电技术送至各大洲负荷中心，与各洲大型能源基地和分布式电源相互支撑，提供更安全、更可靠的清洁能源供应，将是未来世界能源发展的重要方向。

3. 清洁替代

清洁替代是指在能源开发上，以清洁能源替代化石能源，走绿色低碳发展道路，逐步

实现从化石能源为主、清洁能源为辅向清洁能源为主、化石能源为辅转变。清洁替代将从根本上解决人类能源供应面临的资源约束和环境约束问题，是实现能源可持续利用的战略举措，也是未来全球能源发展的必然趋势。

4. 电能替代

电能替代是指在能源消费上，以电能替代煤炭、石油、天然气等化石能源的直接消费，提高电能在终端能源消费中的比重。随着电气化进程的加快，电能将在终端能源消费中扮演日益重要的角色，并最终成为最主要的终端能源品种，实现更加清洁、便捷、安全的能源利用。

5. 全球能源观

全球能源观是遵循能源发展规律，适应能源发展新趋势，形成的关于全球能源可持续发展的基本观点和理论。全球能源观的核心是坚持以全球性、历史性、差异性、开放性的观点和立场来研究和解决世界能源发展问题，更加注重能源与政治、经济、社会、环境的协调发展，更加注重各种集中式（基地式）与分布式清洁能源的统筹开发，要求以“两个替代”为方向，以全球能源互联网为载体，统筹全球能源资源开发、配置和利用，保障世界能源安全、清洁、高效、可持续供应。

6. 国家泛在智能电网

国家泛在智能电网是全球能源互联网的基本组成单元，广泛连接国内能源基地、各类分布式电源和负荷中心，并与周边国家的能源互联互通，承接全球能源互联网跨国跨洲配置的清洁能源。国家泛在智能电网应坚持坚强与智能并重的发展原则，在发挥大电网和坚强网架作用的基础上，有效解决清洁能源发电随机性、间歇性问题，实现各地集中式电源与泛在分布式电源的优化接入和高效消纳，更可靠地保障能源供应。

7. 电源技术

新能源基地是全球能源互联网重要的能源来源，构建全球能源互联网，加快新能源技术创新发展非常迫切。新能源发电将向可观、可测、可控的技术方向发展，实现可再生能源电厂的整体发电技术性能达到常规电源能力，真正成为电力系统友好型的主力电源。以清洁能源为主导，以电为中心的能源格局，决定了电源技术在未来能源发展中的关键性作用。其核心是不断提高清洁能源的开发效率和经济性，重点领域包括风力发电、太阳能发电、海洋能发电及分布式电源技术等。这些技术突破是构建全球能源互联网的动力之源，对推动全球能源开发清洁化、低碳化十分重要。

8. 电网技术

互联网技术将打通电力系统与信息通信、先进材料等领域的交叉融合，全面提升电

网智能化、互动化水平，丰富扩展智能电网发展空间。基于大数据分析、云计算、物联网等互联网信息技术将与电力系统各个领域实现深度融合和应用，推动未来电力系统由单一生产供电体系逐步向综合能源服务平台转型，以用户为中心、以体验为导向、能源流与信息流双向流动的新架构将有可能建立，实现生产者与消费者能源流、信息流的双向互动。同时，未来配电网将具有可靠而灵活的分层、分区拓扑结构，网架结构坚强，配电自动化水平进一步提高，支持大量分布式电源、储能装置“即插即用”，大幅提高分布式电源开发利用水平。以电为中心、全球配置的能源发展格局，决定了电网技术在未来能源发展中的关键性作用，需要不断提高电网输送能力、配置能力和经济性，重点围绕电力系统各环节，加快坚强智能电网技术全面创新，主要领域包括特高压输电技术和装备、海底电缆技术、超导输电技术、直流电网技术、微电网技术和大电网运行控制技术等。这些技术突破是构建全球能源互联网的重要基础。

9. 储能技术

储能技术发展是保障清洁能源大规模发展和电网安全经济运行的关键。储能技术可以在电力系统中增加电能存储环节，使得电力实时平衡的“刚性”电力系统变得更加“柔性”，特别是平抑大规模清洁能源发电接入电网带来的波动性，提高电网运行的安全性、经济性、灵活性。通过储能设备在新能源发电量大的时候储存电力，在发电量小的时候输出电力。这是补偿新能源不稳定性最有效的方式，随着新能源发电份额的不断上升，大规模储能将不可或缺。储能技术一般分为热储能和电储能，未来应用于全球能源互联网的主要是电储能。

10. 信息通信技术

信息通信技术是实现电网智能化、互动化和大电网运行控制的重要基础，主要包括信息和通信两方面技术。信息技术侧重于信息的编码或解码，是有关信息的收集、识别、提取、变换、存储、传递、处理、检索、检测、分析和利用等的技术。通信技术是侧重于信息传播的传送技术，主要包含传输接入、网络交换、移动通信、无线通信、光纤通信、卫星通信、支撑管理、专网通信等技术。信息通信技术被认为是21世纪社会发展和世界经济增长的重要动力，是多种技术的融合，以及与多种产业的跨界融合，正在带来深刻的产业革命。要适应全球能源互联网的发展、信息通信的内容快速增长、信息通信的范围大幅扩张，就要对信息通信的安全性、实时性、可靠性要求更加严格，这迫切需要在信息通信技术领域有更大的创新和突破。

8.1.2　全球能源互联网具备的主要特征

1. 全球能源互联网的主要特征

能源的市场化、民主化、去中心化、智能化、物联化等趋势将注定要颠覆现有的能

源行业。新的能源体系特征需要“能源互联网”，同时能源互联网将具备“智慧、能自学习、能进化”的生命体特征。把互联网技术与可再生能源相结合，在能源开采、配送和利用上从传统的集中式转变为智能化的分散式，从而将全球的电网变为能源共享网络。全球能源互联网具备如下五大特征。

1）可再生

可再生能源是能源互联网的主要能量供应来源。可再生能源发电具有间歇性、波动性，其大规模接入对电网的稳定性产生冲击，从而促使传统的能源网络转型为能源互联网。

2）分布式

由于可再生能源的分散特性，为了最大效率地收集和使用可再生能源，需要建立就地收集、存储和使用能源的网络，这些能源网络单个规模小，分布范围广，每个微型能源网络构成能源互联网的一个节点。

3）互联性

大范围分布式的微型能源网络并不能全部保证自给自足，需要联起来进行能量交换才能平衡能量的供给与需求。能源互联网关注将分布式发电装置、储能装置和负载组成的微型能源网络互联起来，而传统电网更关注如何将这些要素“接进来”。

4）开放性

能源互联网应该是一个对等、扁平和能量双向流动的能源共享网络，发电装置、储能装置和负载能够“即插即用”，只要符合互操作标准，这种接入是自主的，从能量交换的角度看没有一个网络节点比其他节点更重要。

5）智能化

能源互联网中能源的产生、传输、转换和使用都应该具备一定的智能。

2. 能源互联网的主要技术特征

能源互联网与其他形式的电力系统相比，具有以下4 个技术特征。

1）可再生能源高渗透率

能源互联网中将接入大量各类分布式可再生能源发电系统，在可再生能源高渗透率的环境下，能源互联网的控制管理与传统电网之间存在很大不同，需要研究由此带来的一系列新的科学与技术问题。

2）非线性随机特性

分布式可再生能源是未来能源互联网的主体，但可再生能源具有很大的不确定性和不可控性，同时考虑实时电价、运行模式变化、用户侧响应、负载变化等因素的随机特性，能源互联网将呈现复杂的随机特性，其控制、优化和调度将面临更大挑战。

3）多源大数据特性

能源互联网工作在高度信息化的环境中，随着分布式电源并网、储能及需求侧响应的实施，包括气象信息、用户用电特征、储能状态等多种来源的海量信息。随着高级量测技

术的普及和应用，能源互联网中具有量测功能的智能终端的数量将会大大增加，所产生的数据量也将急剧增大。

4）多尺度动态特性

能源互联网是一个物质、能量与信息深度耦合的系统，是物理空间、能量空间、信息空间乃至社会空间耦合的多域、多层次关联，包含连续动态行为、离散动态行为和混沌有意识行为的复杂系统。作为社会/信息/物理相互依存的超大规模复合网络，与传统电网相比，具有更广阔的开放性和更大的系统复杂性，呈现出复杂的不同尺度的动态特性。

3. 全球能源互联网的的主要特点

1）能源互联网其实是以互联网理念构建的新型信息能源融合“广域网”，它以大电网为“主干网”，以微网为“局域网”，以开放对等的信息能源一体化架构，真正实现能源的双向按需传输和动态平衡使用，因此可以最大限度地适应新能源的接入。微网是能源互联网中的基本组成元素，通过新能源发电、微能源的采集、汇聚与分享以及微网内的储能或用电消纳形成“局域网”。大电网在传输效率等方面仍然具有无法比拟的优势，将来仍然是能源互联网中的“主干网”。虽然电能源仅仅是能源的一种，但电能在能源传输效率等方面具有无法比拟的优势，未来能源基础设施在传输方面的主体必然还是电网，因此未来能源互联网基本上是互联网式的电网。能源互联网把一个集中式的单向的电网转变成和更多的消费者互动的电网。

2）能源是现代社会赖以生存和发展的基础。为了应对能源危机，各国积极研究新能源技术，特别是太阳能、风能、生物能等可再生能源。可再生能源具有取之不竭、清洁环保等特点，受到世界各国的高度重视。可再生能源存在地理上分散、生产不连续、随机性、波动性和不可控等特点，传统电力网络的集中统一管理方式难以适应可再生能源大规模利用的要求。对于可再生能源的有效利用方式是分布式的“就地收集，就地存储，就地使用”。

3）分布式发电并网并不能从根本上改变分布式发电在高渗透率情况下对上一级电网电能质量、故障检测、故障隔离的影响，也难以实现可再生能源的最大化利用，只有实现可再生能源发电信息的共享，以信息流控制能量流，实现可再生能源所发电能的高效传输与共享，才能克服可再生能源不稳定的问题，实现可再生能源的真正有效利用。

4）能源互联网用先进的传感器、控制和软件应用程序，将能源生产端、能源传输端、能源消费端的数以亿计的设备、机器、系统连接起来，形成了能源互联网的物联基础。大数据分析、机器学习和预测是能源互联网实现生命体特征的重要技术支撑：能源互联网通过整合运行数据、天气数据、气象数据、电网数据、电力市场数据等，进行大数据分析、负荷预测、发电预测、机器学习，打通并优化能源生产和能源消费端的运作效率，需求和供应将可以进行随时的动态调整。

5）“能源互联网”将有助于形成一个巨大的“能源资产市场”（Market place），实现能源资产的全生命周期管理，通过这个“市场”可有效整合产业链上下游各方，形成供

需互动和交易，也可以让更多的低风险资本进入能源投资开发领域，并有效控制新能源投资的风险。

6）“能源互联网”还将实时匹配供需信息，整合分散需求，形成能源交易和需求响应。当每一个家庭都变成能源的消费者和供应者的时候，无时无刻不在交易电力。

7）能源互联网为解决可再生能源的有效利用问题，提供了可行的技术方案。与目前开展的智能电网、分布式发电、微电网研究相比，能源互联网在概念、技术、方法上都有一定的独特之处。因此，研究能源互联网的特征及内涵，探讨实现能源互联网的各种关键技术，对于推动能源互联网的发展，并逐步使传统电网向能源互联网演化，具有重要的理论意义和实用价值。

8.1.3 我国跨国企业海外业务信息化案例分析

国际化经营是国家电网公司进一步拓展发展空间的有效途径。通过国际交流与合作，在新兴市场国家的海外经营也为企业带来了良好的经济效益。积累海外电网运营和管理的宝贵经验，通过学习国际通用实践和理念，将国际优秀经验反馈应用于国内运营管理，有助于更好地促进我国电力事业的发展，为国内提供更优质的电力服务。下面对我国跨国企业海外业务信息化案例进行分析。

1. 华能集团公司

华能集团公司海外业务主要包括2003年，收购澳大利亚澳洲电力公司（Ozgen）50%的股份；2008年，收购新加坡大士能源公司100%股份，267万千瓦装机容量；2009年，投资运营缅甸瑞丽江水电站，装机容量60万千瓦，华能集团投资金额占总投资的50%；2011年，收购美国全球电力公司（Intergen）50%的股份。

华能集团的海外公司通过VPN接入华能集团内网，目前主要用于电厂实时数据接入总部生产实时监管系统。对于海外收购公司继续使用遗留信息系统，没有纳入集团公司统一的信息平台进行管理。集团公司需要的大部分数据为手工填报，目前没有实现海外公司信息系统与国内信息系统的集成。

2. 中石化国际石油勘探开发公司

中石化国际石油勘探开发公司成立于2001年，是中石化集团公司的全资子公司，是代表中国石化集团对外进行上游油气投资经营的唯一的专业公司。目前，中石化石油勘探开发公司在巴西、俄罗斯、伊朗、瑞士等23个国家（地区）拥有47个勘探开发项目，中外员工4739名。2009年获得海外权益石油产量达到了1279万吨，累计获得权益油产量3500余万吨。

中石化国际石油勘探开发公司已经通过专线或VPN方式实现绝大部分海外公司接入中石化内网。对于海外收购公司，仍旧使用遗留信息系统，没有纳入集团公司统一的信息

平台进行管理。中石化国际石油勘探开发公司规划统一建设全球ERP系统、全球协同办公系统、邮件系统、电子档案系统，于2011年完成国际勘探公司全球ERP系统的总体设计工作，截止到目前，尚未开始实施。

3. 联想集团公司

2005年联想收购IBM PCD后，由于其自有信息系统不能支持全球业务，IBM原有系统也不能满足管理的要求，因此公司制定了新建全球信息系统的策略。原计划在2年内投资4亿美金完成系统建设，计划8年完成系统的建设，费用与计划差异较大。

联想原有系统除ERP系统（SAP）外，大部分业务应用采用国内软件或自主开发，不能有效地支撑全球业务，主要问题如下。

- 无法直接支持IBM PCD原有的业务模式。
- 不满足多语言、多货币等国际化模式。
- 不满足某些国家特定的法律或财务要求。
- IT系统容量及性能不能满足全球业务需要。

IBM原有系统的主要问题如下。

- 系统架构冗余，不能良好地支撑联想业务运作。
- 成本较高，收取巨额使用费。
- 联想集团不能完全掌控信息系统。

联想集团全球信息系统的规划策略如下。

- 在业务应用方面：核心业务采用行业内全球通用的成熟软件，系统ERP（SAP ECC）、PLM（PTC Windchill）、CRM（SAP CRM）、财务合并（SAP BPC）等；综合类应用系统[如协同办公（包含合同审核）、出国申请等）]采用两套系统，中国区应用原有系统，全球其他区域应用新建的全球通用系统。
- 在系统部署方面：业务应用系统尽量部署在北京总部。目前，ERP、CRM、PLM、BPC、OA等均部署在北京总部；少部分专业应用，例如生产制造执行系统，由于其与工厂现场管理紧密相关，因此部署在当地。
- 在网络及安全方面：通过专线或VPN方式接入联想内网。25人及以上的办公场所采用专线接入；25人以下采用VPN；采用防火墙、认证机制实现网络安全管理。

根据全球信息系统的规划及当地的法律法规要求，联想集团在巴西业务的信息化建设主要有以下关注点。

- 巴西政府没有强制规定要求信息系统必须部署在当地，因此巴西ERP、CRM等系统部署在北京。
- 巴西政府、财政、税务要求与国内差异很大，聘请财务咨询公司参与业务设计和系统实施。
- 巴西电子产品制造业的税制特别复杂，因此选用Sabrix税务管理软件。

4. 国家电网巴西控股公司

2010年5月16日，国家电网国际发展有限公司在北京与巴西输电特许权公司卖方股东签署了《股权购买协议》。此次收购巴西输电特许权公司是国际公司按照国家电网有限公司加大国际能源资源开发合作力度的要求，积极推进输电特许权收购项目取得的新进展。

特许权收购项目经营期为30年。其拥有500kV及230kV输电线路；500kV变电站、开关站以及345kV变电站等输、变电资产。资产位于巴西经济最发达的东南部地区，该地区经济总量占巴西全国GDP的57%，包括首都巴西利亚、里约热内卢、圣保罗等负荷中心的广大区域。除此之外，国家电网巴西控股公司即将收购另外几家巴西特许权电网公司。目前，国家电网巴西控股公司设置4个部门及3个区域运维中心。

5. 联合体合资组建菲律宾国家电网公司

2008年1月8日，由国家电网国际发展有限公司与菲律宾当地合作伙伴共同组成的联合体在菲律宾国家输电网特许经营权项目中竞标成功。联合体合资组建的菲律宾国家电网公司（NGCP）经过1年的接管筹备，于2009年1月15日正式接管运营菲律宾国家输电网，特许经营期为25年。

该项目是国家电网公司实施“走出去”战略的第一个成功范例，也是迄今为止我国在菲最大的投资项目，同时还是我国首次获得境外国家级电网的经营权。

菲律宾国家输电网由吕宋、维萨亚、棉兰老岛三个主要岛屿电网构成，拥有69kV～500kV线路20246km，变电容量2503×10^4kVA。中国国家电网公司作为菲律宾国家电网有限公司的单一最大股东持股40%，两家菲律宾合作方各占30%的股份。

目前，菲律宾国家输电网已经实现稳定运营，运行水平显著提升，电网故障率全年同比大幅下降，全部电网的电能质量指标和安全可靠性指标均大幅度高于菲律宾国家能监会的奖励标准。

6. 战略投资葡萄牙国家能源网公司

2012年2月2日，葡萄牙政府正式宣布中国国家电网有限公司中标葡萄牙国家能源网公司股权私有化项目。在本次收购中，国家电网有限公司收购葡萄牙国家能源网公司25%股份，并购后将派出高级管理人员参与葡萄牙国家能源网公司的经营管理。国家电网公司作为战略投资者，谋求与葡方长期稳定合作，将积极履行股东职责，通过发挥在电网规划、建设、运行、管理方面的综合优势，提高葡萄牙国家电网运营水平，促进地区经济发展，努力成为欧洲中资企业的典范，树立中国公司在海外的良好形象。

本次收购时机适当，溢价合理，预期经济效益较好。这是中国企业首次在欧洲成功收购国家级电网公司，对于进入工业化国家市场具有里程碑意义。葡萄牙国家能源网公司的输电和天然气业务在葡境内具垄断地位，对其成功并购将深入推动中葡、中欧战略合作，可以有效提高我国在国际上的影响力。

葡萄牙国家能源网公司是该国唯一国家级能源传输公司（含电力和天然气输送业务），拥有150kV及以上输电线路8049km、变电容量3020.5×10^4kVA，天然气高压管道1296km；拥有该国输电网45年特许经营权和天然气高压输送网络34年特许经营权（从2012年算起）。

7. 国际水电开发有限公司投资建设运营水电站

国际水电开发有限公司为国网新源控股有限公司下属子公司。目前在柬埔寨以BOT方式投资建设运营两座水电站。基里隆水电站位于柬埔寨西南部国公省，距金边市159km，I号水电站装机容量12MW，III号水电站装机容量15MW。基里隆I号水电站是中国以BOT方式对外投资的第一座电站。基里隆III号水电站是新源公司在基里隆I号水电站投运的基础上扩建的境外水电工程。基里隆III号水电站项目是国家境外投资体制改革以来，新源公司作为国家电网公司国际电源项目对外投资平台实施的第一个境外投资项目。

基里隆I号和III号水电站目前运行良好，为柬埔寨提供了廉价和清洁的电力，促进了其经济建设和社会发展。

8. 四川电力控股格鲁吉亚东部电力公司

四川电力公司在格鲁吉亚，通过四川电力进出口公司与格鲁吉亚菲里公司成立格鲁吉亚东部电力公司，中方占93%股份，合作建设运营卡杜里水电站，总装机容量2.4×10^4kW，于2004年11月建成并网发电，并在2006年2月23日全面投产。该项目是迄今为止中格两国能源合作最大项目，所产电能通过格鲁吉亚中间运营商在当地销售。5～8月为格鲁吉亚丰水期，卡杜里所产电能除供当地销售外仍有盈余，并拟向土耳其出口以增加电站销售利润。目前，国网公司已决定将该项目控股股权无偿转让给国网国际发展有限公司。

9. 上海电力参股尼日利亚发电厂

2011年10月，国家电网上海公司与尼日利亚安培能配电公司（Amperion）正式签署了“尼日利亚私有化竞标咨询服务协议”。协议约定，上海公司参与投标联合体，并作为技术支持方，为竞标尼日利亚配电及发电项目提供技术服务。

10. 河南龙源投资越南北方电气公司

中国河南龙源投资有限公司和越南第一电力公司合资成立的越南北方电气公司于2005年5月7日上午在越南北宁省桂武工业区正式投入生产。该项目双方各占50%。该厂主要生产开关柜电气设备，如0.4kV、6kV、12kV、24kV、36kV等产品，以满足当前越南电力工程改造的需求。

11. 中越电气设备股份公司

中越电气设备股份公司经过2年的成立和建设于2011年11月8日正式投产。中越电气设

备股份公司一期工程将年产单相、三相电能表50万个。目前，该公司已与越南南方电力总公司签订3万个电子电能表生产合同。中越电气设备股份公司是由越南南方电力总公司与中国浙江电力投资有限公司、胡志明市电力投资经营股份公司、同奈电力一成员有限公司和庆和电力有限公司联营成立。

12. 国际电力工程

国际业务不仅提高了自身的管理水平和盈利能力，还带动了我国电力装备企业和工程承包企业“走出去”，增强了我国整个电力行业的国际竞争力。公司直属单位和省公司正积极在海外开拓国际电力工程业务，广泛参与全球电力行业工程承包，主要以EPC总包项目为主。以“托库玛-乌里帮托及扩展输变电工程”为例，2012年6月28日，公司所属中国电力技术装备有限公司牵头的中方联合体与委内瑞拉国家电力公司签署了项目一期商务合同；该工程是中国公司在委内瑞拉承揽的合同金额最大的输变电工程，也是国家电网公司在海外承揽的第一个大型输变电EPC工程总承包项目，是公司在国际业务领域取得的又一重要突破；通过实施本项目，可大力提升公司实施EPC工程总承包项目的能力，积累工程经验，锻炼人才队伍，为公司进一步开拓国际EPC工程市场奠定坚实基础。

8.2 国际业务数据应用工程功能规划设计

本节主要介绍国际电网投资运营数据应用功能、国际电源投资运营数据应用功能、国际电工电气设备制造数据应用功能、国际电力工程数据应用功能。

8.2.1 国际电网投资运营数据应用功能

1. 电网运行管理系统

电网运行管理覆盖公司电网调度运行控制业务，贯穿电网调度运行控制管理全过程。通过构建基于标准化、一体化基础平台的智能电网调度技术支持系统，实现各级调控一体化的电网实时监视、分析、决策和控制，实现协调的电力电量平衡和资源优化配置，实现设备运行管理、检修计划管理和调度运行安全分析等业务流程的统一规范与上下贯通，为公司“三集五大”体系和智能电网建设提供坚强支撑。

电网运行管理覆盖了调度计划、调度运行、运行方式管理、继电保护管理、技术管理、自动化管理、通信管理7个业务专业，是实现电网调度规范化、流程化和一体化管理的重要保障。主要实现电网调度基础信息的统一维护和管理；主要生产业务的规范化、流程化管理；调度专业和并网电厂的综合管理；电网安全、运行、计划、二次设备等信息的

综合分析评估和多视角展示与发布；调度机构内部综合管理等。

2. 电网营销管理系统

客户服务与客户关系业务应用支撑日常客户服务与客户关系管理的营销业务，实现对客户的差异化管理和服务，提高客户满意度和忠诚度，降低服务监管风险，同时为营销管理层提供客户各方面的需求的收集、归类、分析的手段，并为实现客户价值挖掘、电费风险防范以及大客户个性化增值服务等提供技术上和数据上的有效支持。其中包括新装、增容及变更用电、客服中心业务处理、呼叫中心、用能数据管理、客户关系管理、用电检查管理、客户联络等应用功能。

在电费管理业务应用方面全面支持基础营销业务，有效促成与客户之间的日常交互和交易，实现抄表管理、核算管理、电费收缴和账务管理、线损管理、用能信息管理、网上营业厅、反窃电管理等应用功能。

市场与需求侧管理实现能效管理、市场管理、有序用电管理、潮流分析与负荷预测、设备质量分析与评价、用能策略服务、发电能力预测等应用功能，为落实各种需求侧管理措施提供技术上和数据上的有效支持。

电能计量与信息采集实现对购电侧信息、供电侧信息、销售侧信息的实时采集与监控、统计、分析，并为实现供电企业零点抄表自动化，实现信息共享，达到购、供、售电环节的实时监控提供技术上和数据上的有效支持。其主要功能包括用电数据采集、计量体系管理、用电数据管理、智能量测数据管理、用电定值控制、设备检测体系管理、计量点管理、设备自动化检定与检测、智能用电设备运行状态监测管理、智能用电设备接入管理、计量网络监控、计量事件管理、异常管理、数据合理性校验和资产管理等应用功能。

综合管理包括稽查监控、档案管理和营销辅助决策等应用功能。营销稽查监控是对营销业务进行集中在线稽查，对营销关键指标、工作质量和服务质量进行实时、在线监控分析，实现营销风险全面防范、营销工作质量可控在控、营销管理水平持续改进，整体提高营销运作能力、客户服务能力、管理控制能力。档案管理对营销所有业务处理流程中产生的客户、关口的电子信息和纸质资料进行分类、归档的管理。营销辅助决策与分析是以智能用电服务技术支持平台各专业系统为依托，为管理层提供决策辅助服务，是智能用电服务的高级应用系统。

智能用电包括储能选型及最优化配置、分布式发储电综合分析、合同能源管理、并网实时监控、客户用能管理控制、分布式客户管理、分布式计费结算、智能小区客户供应商管理等应用功能。

3. 电网生产管理系统

电网生产管理覆盖公司运维检修业务，贯穿电网生产管理全过程。通过构建企业级电网资源中心，贯通基层核心业务，实现设备管理向电网管理和资产管理转变，贯通运维检修业务流程，更大范围地实现数据共享和业务融合，推动公司生产管理信息化水平再上新

台阶，为公司“三集五大”体系和智能电网建设提供坚强支撑。

电网生产管理覆盖了基础管理、业务执行与管控、优化决策三个层面。基础管理层由标准管理和电网资源管理组成，是电网生产管理系统的核心和基础，为业务执行与管控以及优化决策提供标准、设备信息；业务执行与管控层由电网运维检修、配网运维指挥、状态监测、故障抢修、技改大修、综合生产计划、资产管理、技术监督以及线损、无功电压等专项管理组成，是电网生产管理系统的主要内容，贯穿电力生产业务全过程，为优化决策提供评估依据；优化决策层由运检绩效管理、状态检修管理及技改大修辅助决策组成，是电网生产管理的上层应用，对业务执行与管控实行监督、评估与决策。

4. 规划计划管理系统

实现对规划计划编制的支撑，实现规划计划的编制、调整、审核及分解下达功能；实现对规划滚动修编业务的支撑，对各类规划的规划报告、规划方案进行版本管理，并提供回溯功能，提供滚动规划和规划修编功能；实现对项目前期业务的支撑，包括前期项目工作计划的编制、组织可研的评审、支持性文件的获得和管理；对规划计划的执行情况进行跟踪，并对执行效果进行评估，以改善和提升规划计划质量。

5. 辅助决策系统

汇总生产经营、财务状况、人力资源、安全生产、科技信息等专项分析成果，在公司级统一数据仓库和统计平台的支持下，对关键经营管理数据进行高级应用分析，形成可以明确衡量经营绩效的分析报表。实现公司安全、生产、财务、营销、人力资源、招投标中心等部门共享的平台，明确各部门对统计数据的职责和统计口径，做到一次输入、多个部门共用，在此基础上实现对各业务条线统计数据的综合分析，为管理层提供查询和决策支持服务。

6. 项目管理系统

实现对项目投资、项目前期、开工准备、项目建设管理、项目竣工验收和项目结算/决算的精细化、专业化管理。

在项目投资和前期阶段，通过系统实现项目线索管理、项目情况评估、项目立项、项目尽职调查、项目签约、项目交割、外部合作方管理；前期费用的预算控制和事后归集；项目投资分析。

在项目开工准备阶段，实现前期证照的归档和查询；监理项目部、施工项目部前期策划录入与审批；工程计划维护和报审；工程开工报审；施工图报审；施工方案报审；各类文档的归档和查询。

在工程建设阶段，实现对各级进度计划填报实际进度，并提供实际进度和计划进度的对比分析；实现分部工程开工审批、工作联系单管理、监理通知单管理、工程停复工管理，支撑施工过程中的工程问题协调闭环处理；实现危险点识别及控制措施编制、施工机

械/工器具的报审、检验和审批、安全交底管理、安全台账管理、安全事故管理、安全检查管理和分包安全管理，支撑监理项目部、施工项目部对工程进行安全管理；实现质量台账管理、施工质量问题管理、施工质量事故管理、自检管理、初检管理、中间验收管理、工程质量报验和质量监督管理，支撑工程质量管理；实现变更联系单的在线录入和审批；实现资金使用计划的编制和资金支付的在线申请与审批；实现竣工验收在线申请与审批和验收文档的电子化管理；实现工程结算报告在线生成和工程结算报告的在线申报和审批；实现辅助竣工决算功能，包括辅助生成财务竣工决算系列报表等。

7. 物资管理系统

实现对物资采购计划、采购、合同、仓储和配送、废旧物资、供应商关系以及应急事故处置的流程化、标准化和常态化管理。

在物资管理系统中实现对物资采购计划的审批、汇总与平衡协调；实现以采购计划为核心，进行采购寻源及招标管理；实现从合同起草开始，到合同执行过程中的会签、变更、终止、履约及最终的合同结算的全过程管理；实现仓库精细化管理，做到账卡物一致；实现物资配送全过程监控，对物流资源（包括配送需求、配送资源等）的集中管控；实现对供应商进行集中管理，集中对供应商信息进行维护，保证供应商的主数据规范和准确；实现对物资全寿命周期中各阶段的质量管控与抽检管理，提高质量监督信息的统计、分析及汇总；实现对物资报废申请、审核、拆卸、搬运、储存保管及拍卖的统筹管理；实现在线受理应急事件，实时获得准确物资库存、车辆、地图信息，为应急方案制定提供数据支持，并对应急物资响应过程的各个环节进行实时的监控。

物资管理系统可以帮助企业做到适时、适量、适价、适地采购，最大限度降低物资采购成本，建立健全的物资供应全过程各环节之间、物资供应部门与使用单位及相关部门之间相互配合、相互监督、职责明确的运行机制。

8. 综合管理系统

建立综合管理系统，实现经法管理、安全监督管理、风险管理、综合审计管理、知识产权管理、环境保护管理等，提高公司综合事务管理能力，为公司运营管理提供信息化支撑。

通过经济法律系统实现对合同的起草、审批、签订、履行等全过程管理，实现案件管理、规章制度管理、证照管理，提高法律事务工作处理能力，实现法律事务的归口管理，建立法律宣传模块，对公司员工进行普法宣传，提高公司员工法律意识，有效防范并降低公司法律风险。

在公司安全监督管理方面，实现统一记录各种安全事故、安全隐患信息，安全监察和安全评价结果，方便日常管理。为安全教育提供更为便捷、有效的手段。

搭建综合审计信息系统，实现审计规划及计划管理、审计项目与作业管理、审计成果与应用管理、审计日常管理、审计资源与绩效管理、审计技能提升与知识管理。

按照风险类型的分类，如政治环境风险、法律环境风险、经济环境风险、产品风险、营销风险、财务风险、人事风险、组织与管理风险等，建立风险管理系统，对其进行统一管理。

对海外机构和项目实施过程中涉及到的知识产权（如商标权、专利、版权、科技创新、科研成果）进行统一管理。

对海外电力环保要求进行统一归集，管理海外机构的环保问题、环境测评。

9. 国际业务合作管理系统

实现海外项目管理、海外运营管理、外经贸管理、驻外办事处管理、国际组织会议及标准管理、出国管理、培训管理、辅助办公管理等，实现出国全过程管理，适应多维度、灵活查询统计要求，提高系统内各单位国际合作业务环节的规范性。

国际业务合作管理系统只在国内公司总部和下属的二级单位使用，驻外机构不使用该系统。国际业务合作管理系统是公司总部和下属的二级单位国际业务的管理工具，同时该系统也是为“运营监控系统”提供国际事务情况数据的唯一数据源。

10. 国际贸易系统

实现客户关系管理，对客户、供应商、合作伙伴、生产企业建立档案资料；管理客户资信；建立商品基本信息。

实现业务信息管理，对出口、进口和转口贸易中的报价、订单、合同、协议和单据等进行储存与审批。

实现财务管理，包括预算管理，进口业务采购预支付、货款支付和信用证申请和承兑管理，出口业务外汇收款管理、佣金支付管理和国内销售管理等。

实现协同商务管理，提供报价管理、订单管理、清关跟踪管理和合同履约管理等功能。

8.2.2 国际电源投资运营数据应用功能

1. 电源生产管理系统

电源生产管理能实现生产相关设备从购置、安装、使用到维修、更新改造、退役整个生命周期的跟踪和管理；能实现设备的变更、异动、评级过程，并对过程数据进行分析；能实现设备检修过程的跟踪和监控，对各种工单操作提供标准指导和安全指导；能根据设备相关各种信息对设备的可靠性等性能进行全面分析；能实现运行过程的管理，对运行中的各种数据进行采集，对各种运行状态进行监控，完成各项经济运行指标的统计分析，结合调度命令，对发电提供指导；能实现质量、标准和计量三位一体的技术监督体系；能够以“两票三制”为主线，从安全、健康、环境多个角度对生产过程的每个环节采取措施，

建立全面的安全质量管理体系；能对生产过程中的安全、质量、经济运行方面的参数、性能和指标进行监控、采集、追踪及分析，形成各类统计分析报表。

2. 燃料管理系统

燃料管理实现燃料需求、计划、采购、调运、计量、采制化、结算、支付、耗用的全过程监控和管理；能实现数字化煤场管理及燃料管理的计划、采购、调运、结算和支付、审批和分析的五统一。

3. 电源监控管理系统

电源监控管理实现监控和处理发电生产过程中实时变化的数据和状态量，完成与机组各控制系统的接口任务，为企业生产决策提供最直接的数据依据，包括火厂监控、水电监控和风电监控调度。

火电监控实现与火电厂发电机组各控制系统的接入，如DCS系统，实时采集和监控实时变化的数据和各设备的状态，完成各监控点数据采集、存储、分析等功能，并提供各类分析报表。

水电监控实现对大坝、水文气象以及水情相关的监测功能，构造一个闭环的信息采集、处理、分析以及故障诊断的自动化管理模式，降低人工干预运行的程度，通过建立降雨预报、中长期水文预报等系统模型，形成流域水文气象的各种分析数据。

风电监控调度能实现对风电场的各种监控系统进行数据采集，通过实时数据和历史数据的分析，结合气象信息，对风电功率预测，通过调度中心发出各种调度命令。能实现风电场的三维可视化展示，为风电企业提供专业化GIS应用系统。

4. 规划计划管理系统

实现对规划计划编制的支撑，实现规划计划的编制、调整、审核及分解下达功能；实现对规划滚动修编业务的支撑，对各类规划的规划报告、规划方案进行版本管理，并提供回溯功能，提供滚动规划和规划修编功能；实现对项目前期业务的支撑，包括前期项目工作计划的编制、组织可研的评审、支持性文件的获得和管理；对规划计划的执行情况进行跟踪，并对执行效果进行评估，以改善和提升规划计划质量。

5. 辅助决策系统

汇总生产经营、财务状况、人力资源、安全生产、科技信息等专项分析成果，在公司级统一数据仓库和统计平台的支持下，对关键经营管理数据进行高级应用分析，形成可以明确衡量经营绩效的分析报表。实现公司安全、生产、财务、营销、人力资源、招投标中心等部门共享的平台，明确各部门对统计数据的职责和统计口径，做到一次输入、多个部门共用，在此基础上实现对各业务条线统计数据的综合分析，为管理层提供查询和决策支持服务。

6. 项目管理系统

实现对项目投资、项目前期、开工准备、项目建设管理、项目竣工验收和项目结算/决算的精细化、专业化管理。

在项目投资和前期阶段，通过系统实现项目线索管理、项目情况评估、项目立项、项目尽职调查、项目签约、项目交割、外部合作方管理；前期费用的预算控制和事后归集；项目投资分析。

在项目开工准备阶段，实现前期证照的归档和查询；监理项目部、施工项目部前期策划录入与审批；工程计划维护和报审；工程开工报审；施工图报审；施工方案报审；各类文档的归档和查询。

在工程建设阶段，实现对各级进度计划填报实际进度，并提供实际进度和计划进度的对比分析；实现分部工程开工审批、工作联系单管理、监理通知单管理、工程停复工管理，支撑施工过程中的工程问题协调闭环处理；实现危险点识别及控制措施编制、施工机械/工器具的报审、检验和审批、安全交底管理、安全台账管理、安全事故管理、安全检查管理和分包安全管理，支撑监理项目部、施工项目部对工程进行安全管理；实现质量台账管理、施工质量问题管理、施工质量事故管理、自检管理、初检管理、中间验收管理、工程质量报验和质量监督管理，支撑工程质量管理；实现变更联系单的在线录入和审批；实现资金使用计划的编制和资金支付的在线申请与审批；实现竣工验收在线申请与审批和验收文档的电子化管理；实现工程结算报告在线生成和工程结算报告的在线申报和审批；实现辅助竣工决算功能，包括辅助生成财务竣工决算系列报表等。

7. 物资管理系统

实现对物资采购计划、采购、合同、仓储和配送、废旧物资、供应商关系以及应急事故处置的流程化、标准化和常态化管理。

在物资管理系统中实现对物资采购计划的审批、汇总与平衡协调；实现以采购计划为核心，进行采购寻源及招标管理；实现从合同起草开始，到合同执行过程中的会签、变更、终止、履约及最终的合同结算的全过程管理；实现仓库精细化管理，做到账卡物一致；实现物资配送全过程监控，对物流资源（包括配送需求、配送资源等）的集中管控；实现对供应商进行集中管理，集中对供应商信息进行维护，保证供应商的主数据规范和准确；实现对物资全寿命周期中各阶段的质量管控与抽检管理，提高质量监督信息的统计、分析及汇总；实现对物资报废申请、审核、拆卸、搬运、储存保管及拍卖的统筹管理；实现在线受理应急事件，实时获得准确物资库存、车辆、地图信息，为应急方案制定提供数据支持，并对应急物资响应过程的各个环节进行实时监控。

物资管理系统可以帮助企业做到适时、适量、适价、适地采购，最大限度降低物资采购成本，建立健全的物资供应全过程各环节之间、物资供应部门与使用单位及相关部门之间相互配合、相互监督、职责明确的运行机制。

8. 综合管理系统

建立综合管理系统，实现经法管理、安全监督管理、风险管理、综合审计管理、知识产权管理、环境保护管理等，提高公司综合事务管理能力，为公司运营管理提供信息化支撑。

通过经济法律系统实现对合同的起草、审批、签订、履行等全过程管理，实现案件管理、规章制度管理、证照管理，提高法律事务工作处理能力，实现法律事务的归口管理，建立法律宣传模块，对公司员工进行普法宣传，提高公司员工法律意识，有效防范并降低公司法律风险。

在公司安全监督管理方面，实现统一记录各种安全事故、安全隐患信息，安全监察和安全评价结果，方便日常管理。为安全教育提供更为便捷、有效的手段。

搭建综合审计信息系统，实现审计规划及计划管理、审计项目与作业管理、审计成果与应用管理、审计日常管理、审计资源与绩效管理、审计技能提升与知识管理。

按照风险类型的分类，如政治环境风险、法律环境风险、经济环境风险、产品风险、营销风险、财务风险、人事风险、组织与管理风险等，建立风险管理系统，对其进行统一管理。

对海外机构和项目实施过程中涉及到的知识产权（如商标权、专利、版权、科技创新、科研成果）进行统一管理。

对海外电力环保要求进行统一归集，管理海外机构的环保问题、环境测评。

9. 国际业务合作管理系统

实现海外项目管理、海外运营管理、外经贸管理、驻外办事处管理、国际组织会议及标准管理、出国管理、培训管理、辅助办公管理等，实现出国全过程管理，适应多维度、灵活查询统计要求，提高系统内各单位国际合作业务环节的规范性。

国际业务合作管理系统只在国内公司总部和下属的二级单位使用，驻外机构不使用该系统。国际业务合作管理系统是公司总部和下属的二级单位国际业务的管理工具，同时该系统也是为“运营监控系统”提供国际事务情况数据的唯一数据源。

10. 国际贸易系统

实现客户关系管理，对客户、供应商、合作伙伴、生产企业建立档案资料；管理客户资信；建立商品基本信息。

实现业务信息管理，对出口、进口和转口贸易中的报价、订单、合同、协议和单据等进行储存与审批。

实现财务管理，包括预算管理，进口业务采购预支付、货款支付和信用证申请和承兑管理，出口业务外汇收款管理、佣金支付管理和国内销售管理等。

实现协同商务管理，提供报价管理、订单管理、清关跟踪管理和合同履约管理等功能。

8.2.3 国际电工电气设备制造数据应用功能

1. 产品生命周期管理系统

产品生命周期管理系统在从计划和开发到制造和支持的整个过程中为做出正确的产品决策提供正确信息。通过缩短设计和变更周期加快产品上市；通过提供创新、市场需要的正确产品提高收入；通过更快地找到数据和提高重用率降低成本。

在产品设计阶段，支持模块化设计、实现工程设计过程管理，能捕获、管理和利用CAD、CAE、CAM创建的几何和工程数据；对产品进行分类、编码管理，提供准确、清晰和即时的产品定义；对产品的物料清单进行管理；能够通过工作流实现跨部门、跨团队的设计协同。

在产品的全生命周期中，系统能够集中有效的文档及目录管理，并有严格的控制，确保信息安全；系统能对设计变更进行有效地管理，包括变更内容管理、变更发布及断点管理等；对于产品设计及科研项目进行有效地管理，包括立项、评审、关键节点以及分析等功能。

2. 客户关系管理系统

“以客户为中心”的客户关系管理系统，帮助公司缩减销售周期和销售成本、增加收入、寻找扩展业务所需的新市场和渠道以及提高客户的价值、满意度、盈利性和忠实度。同时客户管理管理系统帮助公司建立一套全面的客户价值评估管理系统，并利用系统强大的数据分析、挖掘功能，快速地进行客户群价值细分管理，建立起客户价值的金字塔。其主要功能包括4方面

1）客户管理方面

系统支持客户资料的统一维护和管理，提供联系人的维护和管理功能，支持对客户进行细分和信用管理，支持客户满意度调查、客户关怀和个性化服务，提高客户忠诚度；提供基于客户的自定义、多维度的综合客户价值管理评估模型如客户价值评估模型。

2）市场管理方面

对收集的销售线索进行存储、分配和跟踪管理；收集、存储、汇总、分类各类市场信息，供决策使用；支持调查方案制定，调查问卷的准备，调查结果分析以及客户满意度调研等；能够建立预测模型，开展市场预测；同时能对营销计划、市场活动、产品、价格、竞争对手以及项目协作进行管理，并能通过表格及柱状图、饼图、仪表盘、雷达图等丰富表现形式，实现多维度的市场数据分析。

3）销售管理方面

对商机进行建立、评估、分配和跟踪管理；支持销售进程划分，并对各阶段主要工作进行管理；对潜在项目进行方案制定、客户沟通、设计联络等跟踪活动，能够提供个性化的销售方案；进行投标策略管理、投标资格管理、招标文件管理、投标文件管理、投标报价管理、投标现场数据记录、投标结果管理等投标全过程管理；能够对订单追踪，包括

需求分析、分配、订单实现与跟踪等；对签定的销售合同进行模板管理、签约管理、文档管理、合同分配、合同执行管理；根据合同约定，按照合同进度开展回款管理，动态反映回款情况，开展回款跟踪；能够提供多种展现形式、多种纬度的合同、投标和回款数据分析。

4）服务管理方面

能够对服务计划、服务流程、服务派工、服务订单、服务档案以及知识库进行管理；能够提供多种展现形式、多种维度的产品功能和性能、服务成本、服务绩效、客户满意度等数据进行分析。

3. 生产制造执行系统

生产制造执行系统侧重在车间作业计划的执行，意在加强MRP计划的执行功能，把MRP计划同车间作业现场控制，通过执行系统联系起来。通过生产制造执行系统可以对整个车间制造过程的优化，提供实时收集生产过程中数据的功能，并作出相应的分析和处理，与计划层和控制层进行信息交互，通过企业的连续信息流来实现企业信息全集成。

在车间的计划与调度方面，系统能够支持制造资源分配与状态报告；有详细工序作业计划；能根据各设备的产能负荷进行调度建议，有效平衡产能。

在制造过程中，系统能够支持车间文档管理；进行数据采集；能够支持质量的追踪与管理；对工艺过程进行有效管理；能够对产线物料进行有效管理。

在车间管理方面，能够实时掌控计划、调度、质量、工艺、装置运行等信息情况，能按不同时间/机种/生产线等多维度的进度查询机分析，能够进行人员业绩分析，能够对设备维修进行有效管理。

4. 规划计划管理系统

实现对规划计划编制的支撑，实现规划计划的编制、调整、审核及分解下达功能；实现对规划滚动修编业务的支撑，对各类规划的规划报告、规划方案进行版本管理，并提供回溯功能，提供滚动规划和规划修编功能；实现对项目前期业务的支撑，包括前期项目工作计划的编制、组织可研的评审、支持性文件的获得和管理；对规划计划的执行情况进行跟踪，并对执行效果进行评估，以改善和提升规划计划质量。

5. 辅助决策系统

汇总生产经营、财务状况、人力资源、安全生产、科技信息等专项分析成果，在公司级统一数据仓库和统计平台的支持下，对关键经营管理数据进行高级应用分析，形成可以明确衡量经营绩效的分析报表。实现公司安全、生产、财务、营销、人力资源、招投标中心等部门共享的平台，明确各部门对统计数据的职责和统计口径，做到一次输入、多个部门共用，在此基础上实现对各业务条线统计数据的综合分析，为管理层提供查询和决策支持服务。

6. 项目管理系统

实现对项目投资、项目前期、开工准备、项目建设管理、项目竣工验收和项目结算/决算的精细化、专业化管理。

在项目投资和前期阶段，通过系统实现项目线索管理、项目情况评估、项目立项、项目尽职调查、项目签约、项目交割、外部合作方管理；前期费用的预算控制和事后归集；项目投资分析。

在项目开工准备阶段，实现前期证照的归档和查询；监理项目部、施工项目部前期策划录入与审批；工程计划维护和报审；工程开工报审；施工图报审；施工方案报审；各类文档的归档和查询。

在工程建设阶段，实现对各级进度计划填报实际进度，并提供实际进度和计划进度的对比分析；实现分部工程开工审批、工作联系单管理、监理通知单管理、工程停复工管理，支撑施工过程中的工程问题协调闭环处理；实现危险点识别及控制措施编制、施工机械/工器具的报审、检验和审批、安全交底管理、安全台账管理、安全事故管理、安全检查管理和分包安全管理，支撑监理项目部、施工项目部对工程进行安全管理；实现质量台账管理、施工质量问题管理、施工质量事故管理、自检管理、初检管理、中间验收管理、工程质量报验和质量监督管理，支撑工程质量管理；实现变更联系单的在线录入和审批；实现资金使用计划的编制和资金支付的在线申请与审批；实现竣工验收在线申请与审批和验收文档的电子化管理；实现工程结算报告在线生成和工程结算报告的在线申报和审批；实现辅助竣工决算功能，包括辅助生成财务竣工决算系列报表等。

7. 物资管理系统

实现对物资采购计划、采购、合同、仓储和配送、废旧物资、供应商关系、应急事故处置和外协管理的流程化、标准化和常态化管理。

在物资管理系统中实现对物资采购计划的审批、汇总与平衡协调；实现以采购计划为核心，进行采购和外协寻源及招标管理；实现从合同起草开始，到合同执行过程中的会签、变更、终止、履约及最终的合同结算的全过程管理；实现仓库精细化管理，做到账卡物一致；实现物资配送全过程监控，对物流资源（包括配送需求、配送资源等）的集中管控；实现对供应商（包括外协供应商）进行集中管理，集中对供应商信息进行维护，保证供应商的主数据规范和准确；实现对物资全寿命周期中各阶段的质量管控与抽检管理，提高质量监督信息的统计、分析及汇总；实现对物资报废申请、审核、拆卸、搬运、储存保管及拍卖的统筹管理；实现对外协供应商提供外协件技术规范和资料；实现在线受理应急事件，实时获得准确物资库存、车辆、地图信息，为应急方案制定提供数据支持，并对应急物资响应过程的各个环节进行实时的监控。

物资管理系统可以帮助企业做到适时、适量、适价、适地采购，最大限度降低物资采购成本，建立健全的物资供应全过程各环节之间、物资供应部门与使用单位及相关部门之间相互配合、相互监督、职责明确的运行机制。

8. 综合管理系统

建立综合管理系统，实现经法管理、安全监督管理、风险管理、综合审计管理、知识产权管理、环境保护管理等，提高公司综合事务管理能力，为公司运营管理提供信息化支撑。

通过经济法律系统实现对合同的起草、审批、签订、履行等全过程管理，实现案件管理、规章制度管理、证照管理，提高法律事务工作处理能力，实现法律事务的归口管理，建立法律宣传模块，对公司员工进行普法宣传，提高公司员工法律意识，有效防范并降低公司法律风险。

在公司安全监督管理方面，实现统一记录各种安全事故、安全隐患信息，安全监察和安全评价结果，方便日常管理。为安全教育提供更为便捷、有效的手段。

搭建综合审计信息系统，实现审计规划及计划管理、审计项目与作业管理、审计成果与应用管理、审计日常管理、审计资源与绩效管理、审计技能提升与知识管理。

按照风险类型的分类，如政治环境风险、法律环境风险、经济环境风险、产品风险、营销风险、财务风险、人事风险、组织与管理风险等，建立风险管理系统，对其进行统一管理。

对海外机构和项目实施过程中涉及的知识产权（如商标权、专利、版权、科技创新、科研成果）进行统一管理。

对海外电力环保要求进行统一归集，管理海外机构的环保问题、环境测评。

9. 国际业务合作管理系统

实现海外项目管理、海外运营管理、外经贸管理、驻外办事处管理、国际组织会议及标准管理、出国管理、培训管理、辅助办公管理等，实现出国全过程管理，适应多维度、灵活查询统计要求，提高系统内各单位国际合作业务环节的规范性。

国际业务合作管理系统只在国内公司总部和下属的二级单位使用，驻外机构不使用该系统。国际业务合作管理系统是公司总部和下属的二级单位国际业务的管理工具，同时该系统也是为“运营监控系统”提供国际事务情况数据的唯一数据源。

10. 国际贸易系统

实现客户关系管理，对客户、供应商、合作伙伴、生产企业建立档案资料；管理客户资信；建立商品基本信息。

实现业务信息管理，对出口、进口和转口贸易中的报价、订单、合同、协议和单据等进行储存与审批。

实现财务管理，包括预算管理，进口业务采购预支付、货款支付和信用证申请和承兑管理，出口业务外汇收款管理、佣金支付管理和国内销售管理等。

实现协同商务管理，提供报价管理、订单管理、清关跟踪管理和合同履约管理等功能。

8.2.4 国际电力工程数据应用功能

1. 工程管理系统

实现对项目开发、开工准备、项目建设管理、项目竣工验收和项目结算/决算的精细化、专业化管理。

在项目开发阶段，通过系统实现项目线索管理、项目情况评估、项目立项、项目尽职调查、项目签约、项目交割、外部合作方管理；前期费用的预算控制和事后归集；项目投资分析。

在项目开工准备阶段，实现前期证照的归档和查询；监理项目部、施工项目部前期策划录入与审批；工程计划维护和报审；工程开工报审；施工图报审；施工方案报审；各类文档的归档和查询。

在工程建设阶段，实现对各级进度计划填报实际进度，并提供实际进度和计划进度的对比分析；实现分部工程开工审批、工作联系单管理、监理通知单管理、工程停复工管理，支撑施工过程中的工程问题协调闭环处理；实现危险点识别及控制措施编制、施工机械/工器具的报审、检验和审批、安全交底管理、安全台账管理、安全事故管理、安全检查管理和分包安全管理，支撑监理项目部、施工项目部对工程进行安全管理；实现质量台账管理、施工质量问题管理、施工质量事故管理、自检管理、初检管理、中间验收管理、工程质量报验和质量监督管理，支撑工程质量管理；实现变更联系单的在线录入和审批；实现资金使用计划的编制和资金支付的在线申请与审批；实现竣工验收在线申请与审批和验收文档的电子化管理；实现工程结算报告在线生成和工程结算报告的在线申报和审批；实现辅助竣工决算功能，包括辅助生成财务竣工决算系列报表等。

在项目后期阶段，通过系统实现项目后评估及投资收益分析。

2. 电力工程设计管理系统

实现设计的专业化管理和电子化评审，以及造价概算的精细化管理。工程设计人员通过系统实现初设、概算和设备器材表的上载；相关单位对设计相关文档实现电子化评审并归档评审会议纪要；通过电子化文档管理，工程设计人员和工程项目管理人员实现各个版本设计文档的查询和统计；通过系统，工程项目管理人员维护项目架构和各版本项目的估算和概算，并设置项目成本控制目标；实现项目里程碑计划的编制和维护。

3. 规划计划管理系统

实现对规划计划编制的支撑，实现规划计划的编制、调整、审核及分解下达功能；实现对规划滚动修编业务的支撑，对各类规划的规划报告、规划方案进行版本管理，并提供回溯功能，提供滚动规划和规划修编功能；实现对项目前期业务的支撑，包括前期项目工作计划的编制、组织可研的评审、支持性文件的获得和管理；对规划计划的执行情况进行跟踪，并对执行效果进行评估，以改善和提升规划计划质量。

4. 辅助决策系统

汇总生产经营、财务状况、人力资源、安全生产、科技信息等专项分析成果，在公司级统一数据仓库和统计平台的支持下，对关键经营管理数据进行高级应用分析，形成可以明确衡量经营绩效的分析报表。实现公司安全、生产、财务、营销、人力资源、招投标中心等部门共享的平台，明确各部门对统计数据的职责和统计口径，做到一次输入、多个部门共用，在此基础上实现对各业务条线统计数据的综合分析，为管理层提供查询和决策支持服务。

5. 项目管理系统

实现对项目投资、项目前期、开工准备、项目建设管理、项目竣工验收和项目结算/决算的精细化、专业化管理。

在项目投资和前期阶段，通过系统实现项目线索管理、项目情况评估、项目立项、项目尽职调查、项目签约、项目交割、外部合作方管理；前期费用的预算控制和事后归集；项目投资分析。

在项目开工准备阶段，实现前期证照的归档和查询；监理项目部、施工项目部前期策划录入与审批；工程计划维护和报审；工程开工报审；施工图报审；施工方案报审；各类文档的归档和查询。

在工程建设阶段，实现对各级进度计划填报实际进度，并提供实际进度和计划进度的对比分析；实现分部工程开工审批、工作联系单管理、监理通知单管理、工程停复工管理，支撑施工过程中的工程问题协调闭环处理；实现危险点识别及控制措施编制、施工机械/工器具的报审、检验和审批、安全交底管理、安全台账管理、安全事故管理、安全检查管理和分包安全管理，支撑监理项目部、施工项目部对工程进行安全管理；实现质量台账管理、施工质量问题管理、施工质量事故管理、自检管理、初检管理、中间验收管理、工程质量报验和质量监督管理，支撑工程质量管理；实现变更联系单的在线录入和审批；实现资金使用计划的编制和资金支付的在线申请与审批；实现竣工验收在线申请与审批和验收文档的电子化管理；实现工程结算报告在线生成和工程结算报告的在线申报和审批；实现辅助竣工决算功能，包括辅助生成财务竣工决算系列报表等。

6. 物资管理系统

实现对物资采购计划、采购、合同、仓储和配送、废旧物资、供应商关系以及应急事故处置的流程化、标准化和常态化管理。

在物资管理系统中实现对物资采购计划的审批、汇总与平衡协调；实现以采购计划为核心，进行采购寻源及招标管理；实现从合同起草开始，到合同执行过程中的会签、变更、终止、履约及最终的合同结算的全过程管理；实现仓库精细化管理，做到账卡物一致；实现物资配送全过程监控，对物流资源（包括配送需求、配送资源等）的集中管控；实现对供应商进行集中管理，集中对供应商信息进行维护，保证供应商的主数据规范和准确；实现对物资全寿命周期中各阶段的质量管控与抽检管理，提高质量监督信息的统计、

分析及汇总；实现对物资报废申请、审核、拆卸、搬运、储存保管及拍卖的统筹管理；实现在线受理应急事件，实时获得准确物资库存、车辆、地图信息，为应急方案制定提供数据支持，并对应急物资响应过程的各个环节进行实时的监控。

物资管理系统可以帮助企业做到适时、适量、适价、适地采购，最大限度降低物资采购成本，建立健全的物资供应全过程各环节之间、物资供应部门与使用单位及相关部门之间相互配合、相互监督、职责明确的运行机制。

7. 综合管理系统

建立综合管理系统，实现经法管理、安全监督管理、风险管理、综合审计管理、知识产权管理、环境保护管理等，提高公司综合事务管理能力，为公司运营管理提供信息化支撑。

通过经济法律系统实现对合同的起草、审批、签订、履行等全过程管理，实现案件管理、规章制度管理、证照管理，提高法律事务工作处理能力，实现法律事务的归口管理，建立法律宣传模块，对公司员工进行普法宣传，提高公司员工法律意识，有效防范并降低公司法律风险。

在公司安全监督管理方面，实现统一记录各种安全事故、安全隐患信息，安全监察和安全评价结果，方便日常管理。为安全教育提供更为便捷、有效的手段。

搭建综合审计信息系统，实现审计规划及计划管理、审计项目与作业管理、审计成果与应用管理、审计日常管理、审计资源与绩效管理、审计技能提升与知识管理。

按照风险类型的分类，如政治环境风险、法律环境风险、经济环境风险、产品风险、营销风险、财务风险、人事风险、组织与管理风险等，建立风险管理系统，对其进行统一管理。

对海外机构和项目实施过程中涉及到的知识产权（如商标权、专利、版权、科技创新、科研成果）进行统一管理。

对海外电力环保要求进行统一归集，管理海外机构的环保问题、环境测评。

8. 国际业务合作管理系统

实现海外项目管理、海外运营管理、外经贸管理、驻外办事处管理、国际组织会议及标准管理、出国管理、培训管理、辅助办公管理等，实现出国全过程管理，适应多维度、灵活查询统计要求，提高系统内各单位国际合作业务环节的规范性。

国际业务合作管理系统只在国内公司总部和下属的二级单位使用，驻外机构不使用该系统。国际业务合作管理系统是公司总部和下属的二级单位国际业务的管理工具，同时该系统也是为“运营监控系统”提供国际事务情况数据的唯一数据源。

9. 国际贸易系统

实现客户关系管理，对客户、供应商、合作伙伴、生产企业建立档案资料；管理客户资信；建立商品基本信息。

实现业务信息管理，对出口、进口和转口贸易中的报价、订单、合同、协议和单据等进行储存与审批。

实现财务管理，包括预算管理，进口业务采购预支付、货款支付和信用证申请和承兑管理，出口业务外汇收款管理、佣金支付管理和国内销售管理等。

实现协同商务管理，提供报价管理、订单管理、清关跟踪管理和合同履约管理等功能。

8.3　国际电力业务一体化数据平台案例分析

本节主要介绍国际电力业务一体化数据平台总体架构、国际电力业务一体化数据平台建设内容、国际电力业务一体化数据平台级联及安全防护、国际电力业务一体化数据平台软件开发。

8.3.1　国际电力业务一体化数据平台总体架构

国际电力业务一体化数据平台遵从国网公司“十二五”规划和SG-ERP架构的一体化平台架构，分为信息展现、集成服务、数据（容灾）中心和信息网络4层，如图8-1所示。



图 8-1　国际电力业务一体化数据平台总体架构

1. 信息展现

通过建设交互大屏、智能终端，移动办公设备等多渠道信息访问方式，实现用户与业

务应用间安全、高效、灵活的信息互动。主要模块包括访问方式管理、可视化展现、统一身份认证访问管理、企业门户。

1）访问方式管理

使用桌面、移动终端等多种方式接入门户和业务应用的手段，以满足各类海外用户在多种生产环境下对信息访问的需求。

2）可视化展现

利用可视化基础设施和先进的可视化技术，以文字、图表、视频、动画、互动体验等形式，集中、动态、实时、交互地展示各种信息。

3）统一身份认证访问管理

在全企业范围内提供身份及权限管理的集成功能，实现跨应用的统一身份识别与用户访问权限管理。

4）企业门户

联接企业内部和外部，提供访问企业各种信息资源单一入口的网站。企业的员工、客户、合作伙伴和供应商等通过企业门户获得个性化的信息和服务。

2. 集成服务

通过建设面向服务的应用和数据的集成平台，实现信息化对业务需求的快速响应。主要模块包括企业服务总线和集成服务管理。

1）企业服务总线

提供了网络中最基本的连接中枢，可以消除不同应用之间的技术差异，让不同的应用服务器协调运作，实现了不同服务之间的通信和整合，具备复杂数据的传输能力，并可提供一系列的标准接口。

2）集成服务管理

包括业务流程服务管理、业务活动监控服务管理等。业务流程服务管理指达成企业各种业务环节整合的全面管理模式，实现跨应用、跨部门、跨合作伙伴与客户的企业运作。业务活动监控服务管理指在业务规则引擎的驱动下对业务活动进行全面整体实时监控，及时发现存在的危险和潜在的商机，以最大的可能提高企业的工作效率和经济效益。

3. 数据（灾备）中心

包括数据资源和软、硬件资源两方面。数据资源国际业务涉及结构化数据资源、非结构化数据资源、海量实时数据资源、空间数据资源。软、硬件资源指支撑业务应用系统运行所需要的硬件设备和支撑性软件，以及保证业务应用系统运行连续性的数据灾备手段。

- 结构化数据资源指企业存储在数据库中的结构化数据，主要用于企业的运营分析与决策。
- 非结构化数据资源指企业无法使用数据库存储的文本、图片、音频、视频等资源文件。

- 海量实时数据资源指企业在生产过程中自动采集的实时数据和沉淀生成的历史数据。
- 空间数据资源主要指以地理空间数据为基础，描述企业资源的地理空间属性的数据。

4. 信息网络

用物理链路将各个孤立的工作站或主机相连在一起，组成数据链路，从而达到资源共享和通信的目的。

5. 技术架构

国电力际业务一体化数据平台的技术架构遵从国网公司总体架构资产的技术架构，从支撑业务应用和数据环境两个角度，明确国际业务一体化平台信息展现、集成服务、业务应用、数据资源4个层面的功能及其相互关系，满足国际业务信息化对一体化平台的建设需求，其总体技术架构如图8-2所示。

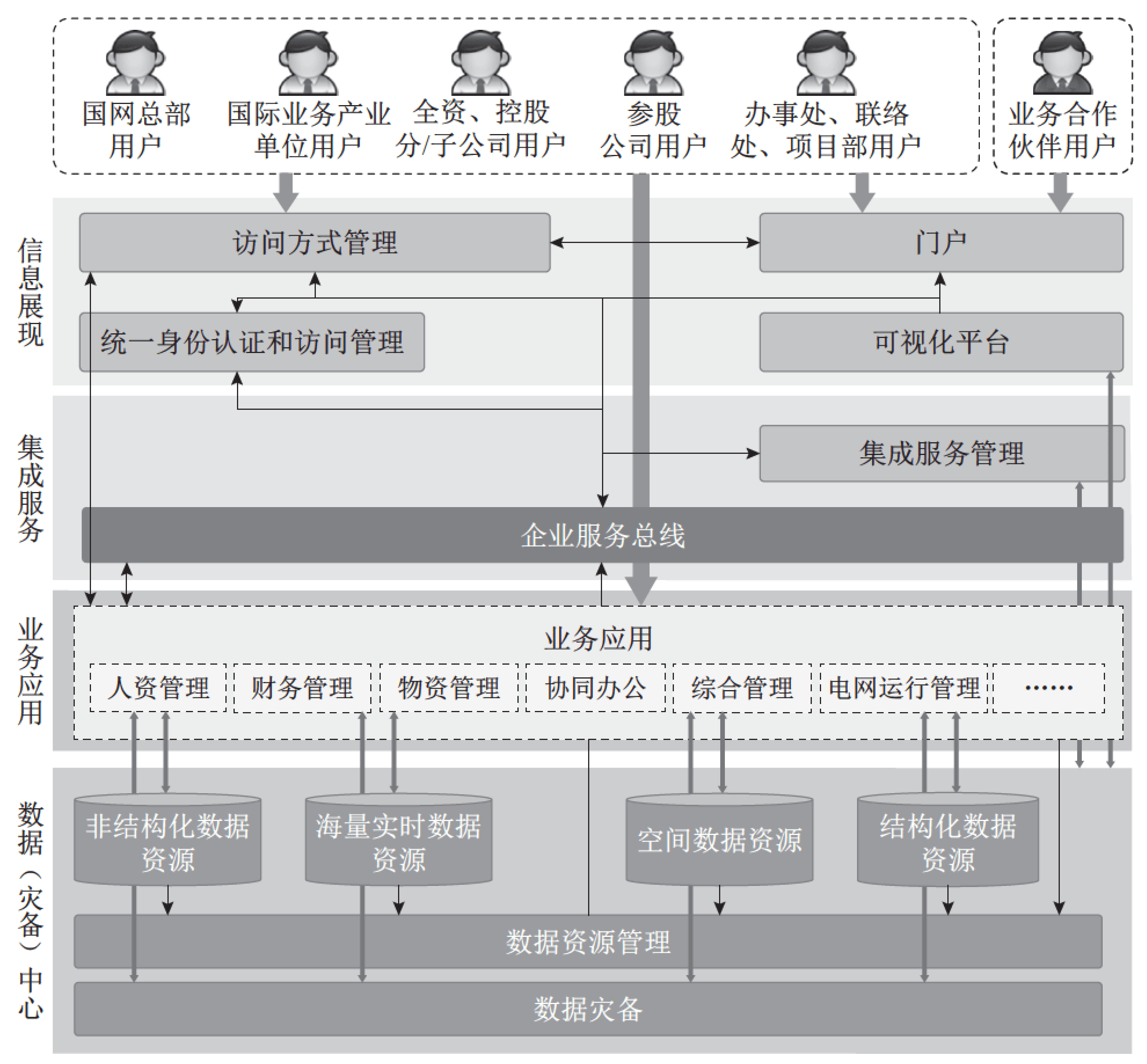


图8-2　国际电力业务一体化数据平台技术架构

1）信息展现层

根据公司、职位、国籍，将国际业务访问用户分为：国网总部用户、国际业务产业单位用户、全资、控股分/子公司用户、办事处、联络处、项目部用户、业务合作伙伴用户。这些用户可以通过三种方式访问国际业务应用：第一种是通过企业门户访问集成在门户上的各类应用；第二种是通过移动设备、交互大屏等多元化终端经由访问方式管理接入国际业务信息网络，访问国际业务各类应用；第三种是通过安装在内外网PC机上的应用客户端直接访问相应的业务应用。在信息访问过程中由统一身份认证和访问管理负责对各类用户的身份和访问权限进行识别和访问控制。可视化平台负责将来源于数据中心的各类数据以高效、直观的方式呈现出来，通过企业门户和访问方式管理将这些可视化界面展现给最终用户。

2）集成服务层

以企业服务总线为核心，建设包含业务流程管理、业务活动监控等服务的集成服务管理。集成服务层支持业务应用深度集成，实现重要业务流程的全过程追踪和预警。在通过认证的服务请求后，由企业服务总线进行统一调控，实现灵活的服务管理和流程编排，快速响应业务需求的变化，满足用户对业务应用的访问要求。

3）业务应用层

有支撑国际业务日常运作的各类应用系统组成，是信息展现层、集成服务层、数据资源层的信息基础。负责向信息展现层提供用户身份、访问权限、用户界面、业务数据等信息；负责向集成服务提供服务接口；负责向数据资源层提供基础业务数据。

4）数据资源层

由结构化数据、非结构化数据、电网空间数据和实时数据等数据资源构成，为业务应用提供企业级统一的数据视图和数据服务，是国际业务数据共享的基础和关键组件。在数据资源层通过统一组织建设数据标准管控体系和数据资源管理工具，实现对国际业务各类数据资源的有效管理，保证国际业务应用间数据共享的准确性、完整性和一致性。

8.3.2 国际电力业务一体化数据平台建设内容

1. 信息网络

国际业务信息网络建设以“统一出口”为原则，国内统一在北京总部建设与海外单位信息网络互连的统一出口。考虑建设成本因素，海外单位可以考虑以国家（或区域）为单位建设与国内信息网络互连的统一出口。建设在全资、控股分/子公司的海外国际业务应用系统，可以通过海外统一出口与国际业务集中部署的业务应用进行互联。

国际电力业务一体化数据平台网络如图8-3所示。

国网总部用户可以通过部署在信息内网的国际合作系统管理和监控国际业务运营情况，而无须访问部署在信息外网国际业务应用；网省公司、国网直属单位通过信息内网的

国际合作系统进行国际业务信息报送和外事任务的申请；通过外Internet访问部署在海外的国际业务应用与集中部署在信息外网的国际业务应用，实现对网省下属分/子公司、直属单位下级单位的国际化业务进行管理；对于全资、控股分/子公司的业务应用可以通过海外“统一出口”专线与集中部署的国际业务应用进行互联；对于没有专线的参股公司、项目部、办事处用户可以通过Internet访问集中部署的国际业务应用。

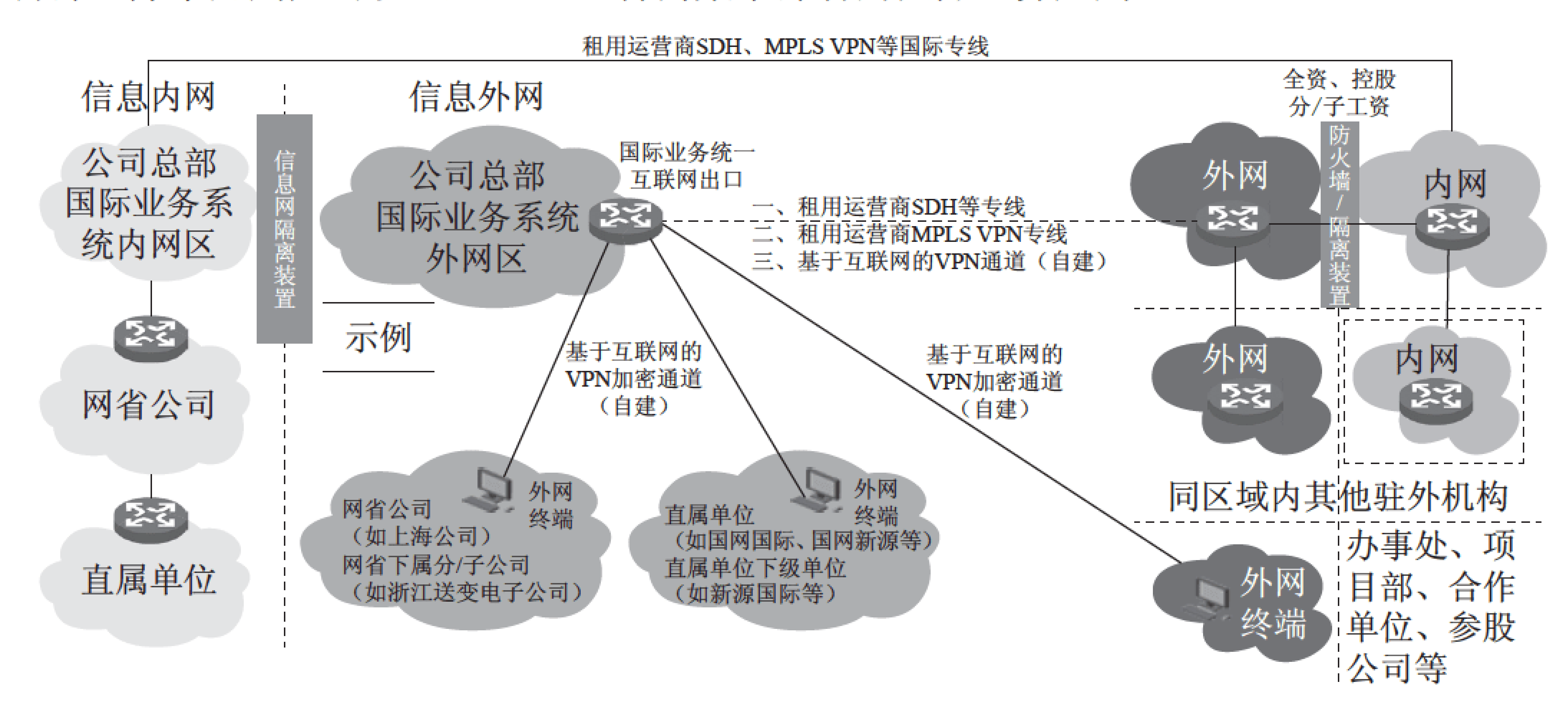


图8-3　国际电力业务一体化数据平台网络

海外单位以国家（或区域）为单位建设的网络互联统一出口专线可以使用SDH国际光纤专线、MPLSVPN逻辑专线、Internet互联网三种方式。

2. 信息展现

通过应用先进的可视化和人机交互等技术建立统一的、符合当地特色及使用习惯的综合信息展现服务门户，完成国际业务信息服务资源整合，需在信息展现建设过程中重点满足以下要求。

- 支持桌面、移动、电话终端等多渠道接入，满足各类海外用户多种生产环境下对信息访问的需求。
- 企业员工通过多渠道访问网关的认证和鉴别，实现安全的远程访问。
- 国际业务企业门户应提供多语言支持，海外非ERP业务应用直接通过企业门户进行信息展现；ERP业务应用通过成熟套装软件门户组件接入企业门户。
- 以ERP人力资源模块作为权威的身份信息源，从ERP人力资源模块中获取员工身份信息。
- 以统一的风格及符合海外用户使用习惯的界面，展现客户访问的信息。
- 通过可视化展现技术支撑管理驾驶舱和业务活动监控等多种高级可视化应用。

3. 集成服务

建立以企业服务总线为核心，包含业务流程管理、业务活动监控功能在内的国际业务

一体化集成服务平台，需在建设过程中重点满足以下要求。

- 实现对不同字符集数据的兼容和处理。
- 实现各类应用系统间，以及与不同数据资源中心之间的数据共享能力。
- 实现灵活调用企业服务能力，依据业务需求动态组装业务流程。
- 实现对业务绩效指标的实时/准实时监控和预警。

4. 数据资源

建设国际业务的数据资源管理平台，遵从国网SG-CIM框架，在SG-CIM现有成果的基础上，扩展建设海外单位企业级公共数据模型，统一管理国际业务的结构化数据、非结构化数据、海量实时数据及空间数据资源。逐步提升非结构化数据、电网空间数据及实时数据存储、计算能力。建立结构化数据资源中心，将结构化数据按照统一的数据模型进行整合和组织存储，实现业务数据统一视图，支撑分析数据的批量数据交换和共享；建立非结构化数据资源中心，实现对国际业务全范围的档案资料、报表报告、音频视频、图片图像、合同规范等非结构化数据的管理和查询，提高国际业务对非结构化数据的管理能力和使用效率；建立海量实时数据资源中心，实现对各类业务应用海量实时/历史数据的规范接入，提供大容量压缩存储、实时数据模型管理、规范的实时/历史数据访问等服务及高效的查询统计分析，为国际业务应用提供标准规范的实时/历史数据；建立空间数据资源中心，以面向服务的架构为国际业务应用提供企业资源地理空间信息的图形服务和空间分析服务。

在建设四大数据中心的基础上，通过建设数据资源管理工具强化数据标准，实现海外各级单位间信息资源的共享。建立国际业务数据标准管控体系，实现国际业务数据资源有效管理。健全数据标准管控机制，明确数据标准管理起草、审批、发布、试运行/运行、修订及废止等各个环节的工作流程和责任分工，采用数据资源管理工具的标准管理模块实现标准内容的存储和检索，并能够随着标准的管控过程及时更新标准的状态或内容，能够进行标准执行的符合度检查。研究并制定国际业务公共信息模型，支撑业务应用之间的信息共享、交换和集成，采用数据资源管理工具的模型管理模块实现公共信息模型的发布、维护和查询等功能。建立国际业务主数据管理机制，支撑国际业务主数据创建、变更、申请、审批、分发等管理流程，建立国际业务主数据管理工具实现主数据的全过程管控建。建立国际业务元数据管理工具实现对业务应用和数据中心的元数据管理，包括对具体数据项的来源、统计频率、统计口径、抽取时间等基本信息的定义，以及对数据流向的查询分析。

5. 服务器和存储

国际业务信息化建设需要建立高性能、可扩展、高可用的国际业务应用服务器和存储环境，可以通过虚拟化实现开发测试环境池化的资源共享，同时根据服务器特性划分层次，实现生产环境的高效管理和平行扩展。

在服务器和存储的性能建设方面，为防止服务器性能问题导致用户满意度下降，需要首先对国网各类业务应用普遍存在的性能进行总结与分析，其次在预估服务器配置时，硬件需要给予充分预留。

考虑到国际业务处于高速发展期，服务器和存储未来需要根据变化进行扩展这一点尤为重要。为解决扩展性要求可以分别从展现层、应用层、数据库层和基础设施层提出扩展方案。

国网海外机构遍布世界各地，面临多时区的特点，因此对系统的高可用要求更高，可以使用先进的HA技术与Oracle RAC技术等技术解决系统的高可用需求。

6. 灾备

对于集中部署的国际业务应用，选择在北京建设国际业务数据中心（集中部署在外网）。选取上海作为异地数据灾备中心（内网）。国际业务应用要先将数据备份至国际业务数据中心的数据备份缓存区，再传输到内网，然后接入上海灾备中心。国际电力业务一体化数据平台灾备中心如图8-4所示。

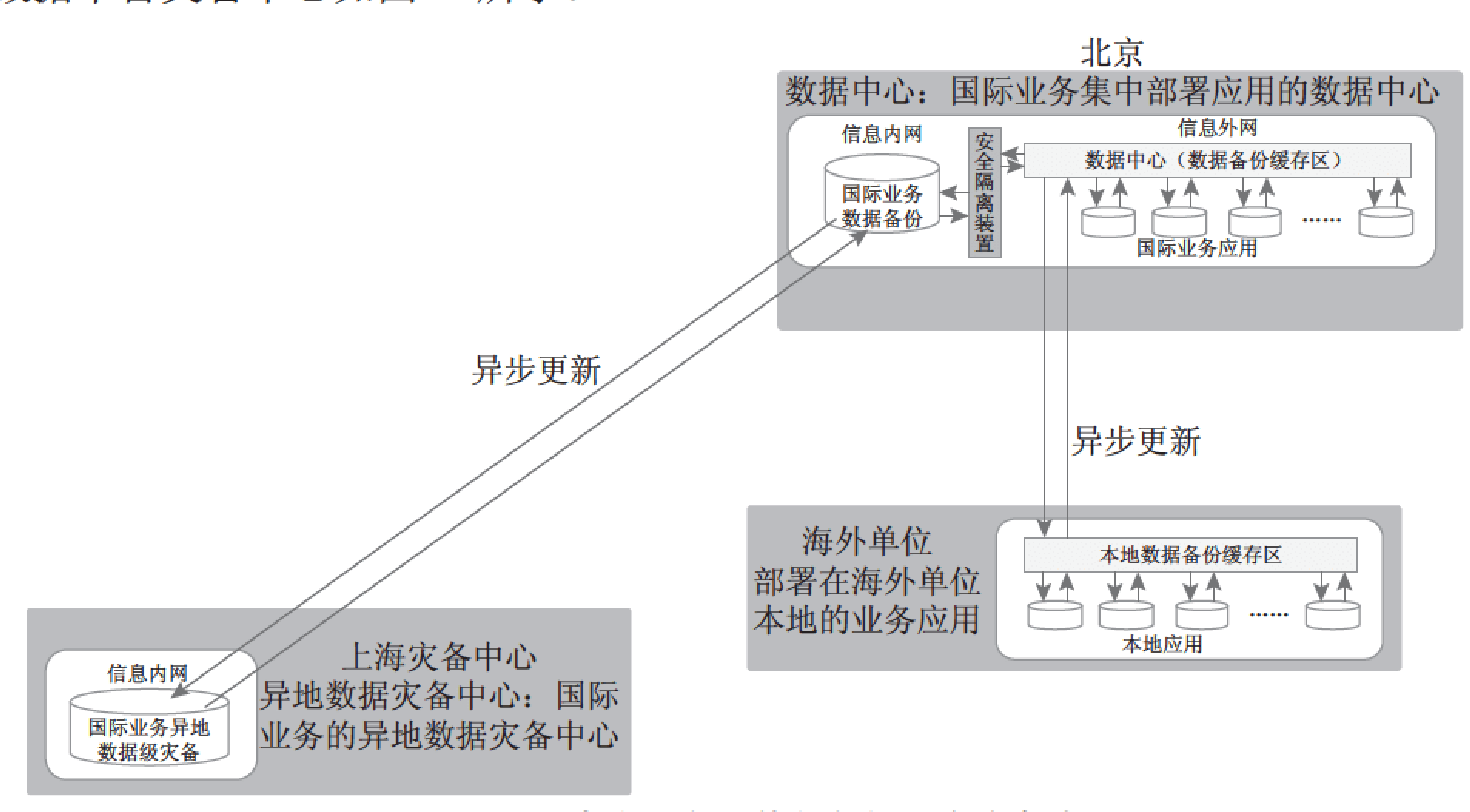


图8-4　国际电力业务一体化数据平台灾备中心

7. 一体化数据平台部署策略

1）部署考虑主要因素

国际业务一体化平台部署应考虑战略因素、业务模式、技术支撑、人文环境4方面因素。

（1）战略因素。

要遵从国网信息化建设的四统一原则，尽量采用集中部署的模式，而对于有客观条件限制的，可以采用本地部署模式。

（2）业务模式。

应从单位性质与实时性两方面进行考虑。首先考虑单位性质，目前国网海外单位的性质主要分三类：全资、控股分/子公司；参股公司；办事处、联络处、项目部。对于海外全资、控股分/子公司，在有本地应用对一体化平台支撑需求和建设能力的情况下，可以考虑将集成服务层的企业服务总线、业务活动监控、复杂事件处理、数据交换，数据资源层的非结构化数据资源、海量实时数据资源、空间数据资源，基础设施层的信息网络、服务器、存储、灾备部署在海外单位本地；而对于参股公司和海外办事处、联络处、项目部这两类国网海外单位，除了信息网络外，可以不部署其他一体化平台组件。其次应从业务对应用系统支撑的实时性要求进行考虑，对于支撑实时性强业务应用的一体化平台组件，将部署在本地，反之可以考虑集中部署。

（3）技术支撑。

国际业务一体化平台部署要考虑到海外单位信息化现状，针对海外单位一体化平台建设的技术水平、成熟程度、使用效果等方面进行考虑。对于技术先进、成熟、支撑业务应用范围广泛的一体化平台相关组件，建设保留，并设计对接方案，反之将对其进行改造或统一部署国网海外业务一体化平台相关组件。

（4）人文环境。

国际业务一体化平台部署需要考虑海外单位所在国家的法律因素，尤其是与信息安全、系统建设、海外投资相关的法律法规。对于受到法律限制的海外单位，相关一体化平台组件只能集中部署在国内总部，而对于法律允许的海外单位，可以考虑本地部署一体化平台。

2）部署策略

在一体化平台部署方面，参考业内成功经验，国际业务一体化平台组件的物理部署尽量采用集中部署的模式，对于有性能、法律等要求的组件可以考虑在海外本地部署。

海外业务对一体化平台各组件产品有以下几点关键要求。

- 功能完备、成熟。
- 7×24小时高可用。
- 能够处理不同字符集的数据。
- 能够支持不同国家的各类协议。

在国网国内业务一体化平台之外，单独部署一套国际业务一体化平台，面向所有海外产业单位的业务应用提供信息支撑服务。

对于海外全资、控股分/子公司，在有本地应用对一体化平台支撑需求和建设能力的情况下，可以考虑将集成服务层，数据（灾备）中心层的非结构化数据资源、海量实时数据资源、空间数据资源、系统硬件、系统软件，和信息网络部署在海外单位本地。

8.3.3 国际电力业务一体化数据平台级联及安全防护

1. 一体化数据平台级联关系

根据国际业务一体化平台部署在信息内网和信息外网的差异，规划了两种一体化平台在国网总部、产业单位、海外单位间的级联模式。

1）国际业务信息化部署在信息外网的一体化平台级联模式

除国际合作系统部署在信息内网外，其他国际业务系统均部署在信息外网，部署在信息内网的总部、省市公司、产业单位的信息系统与部署在信息外网的国际业务系统间的数据交换，统一借助部署在内网的总部、省市公司、产业单位企业服务总线（或数据中心）与部署在外网的国际业务企业服务总线（或数据中心）来实现。部署在内网的总部、省市公司、产业单位企业服务总线（或数据中心）与部署在外网的国际业务企业服务总线（或数据中心）负责与安全隔离防护装置联动实现内外网间的数据交互，内外网的国内业务应用和国际业务应用无须再单独开发与安全隔离装置的接口。对于全资控股分/子公司，可以通过部署在总部和本地的国际业务企业服务总线（或数据中心）间的直接级联实现国际业务应用和海外本地业务应用的数据交换。在这种级联模式下，对于国网总部用户，可以通过部署在信息内网的国际合作系统管理和监控国际业务运营情况，而无须访问部署在信息外网国际业务应用。对于产业单位用户，原则上通过部署在内网的相关系统管理和监控下辖海外单位业务情况，但在有特殊业务需求的情况下（如对国际业务应用内的审批操作），也可以直接访问部署在信息外网的国际业务应用。对于海外全资、控股分/子公司用户，参股公司用户，办事处、联络处、项目部用户，可以访问部署在信息外网的国际业务应用。

国际业务信息化部署在外网的优点如下。

- 架构简单清晰，建设难度低。
- 海外单位全部采用VPN联网，网络造价低。
- 业务应用无重复部署，建设成本低。
- 对外籍员工来说，信息化对业务的支撑度好。

国际业务信息化部署在外网的缺点如下。

- 国际业务信息安全实现高强度防护的代价高。
- 对国际业务应用中涉及的国内业务信息要有配套的安全控制措施。

2）国际业务信息化部署在信息内网的一体化平台级联模式

国际业务系统部署在内网，穿过防火墙可以实现与国网总部和省网公司国内系统在门户、企业服务总线、数据交互三个层面的互联。即国际业务内网门户与国网、省网国内业务内网门户进行互联，国际业务内网企业服务总线与国网、省网国内业务企业服务总线进行互联，国际业务内网数据中心与国网、省网国内业务数据中心进行互联。部署在信息内网的国际业务应用只能供产业单位用户与海外全资、控股分/子公司中方用户访问使用，

而外籍员工则不能直接访问内网。为满足外籍员工对业务应用的访问需求，在信息外网将根据实际需要部署一些外籍员工相关的业务应用。部署在内外网的国际业务应用可统一通过部署在内外网的企业服务总线和数据中心实现数据交互。部署在内外网的企业服务总线和数据中心负责与安全隔离防护装置联动实现内外网间的数据交互，内外网的国际业务应用无须再单独开发与安全隔离装置的接口。对于全资控股分/子公司，可以通过部署在总部和本地的国际业务企业服务总线和数据中心平台实现总部国际业务应用和海外本地业务应用的数据交互。

国际业务信息化部署在内网的优点如下。

- 国际业务信息安全防护等级高。
- 方便国际业务的中方员工日常操作。
- 全资/控股分/子公司采用内网专线通道方式直接接入信息内网，海外信息安全防护等级高。

国际业务信息化部署在内网的缺点如下。

- 需将一部分应用部署在外网，开发工作量较大。
- 架构复杂，对系统设计、开发、实施有更高要求。
- 如果想让外籍员工使用系统，要在外网重复部署应用。
- 对于全资/控股分/子公司的外方用户，门户功能受限。

从建设成本、架构合理性等方面考虑，使用国际业务信息化部署在信息外网的一体化平台级联模式较为合理，其安全防护等级可以通过合理的安全防护措施保证。

2. 信息管控

1）管控模式

目前常用的信息化管控主要有三种模式：集中式管控、联邦式管控、分散式管控。

（1）集中式管控。

- 在全企业范围内，统一信息化战略和规划。
- 所有的信息化决策都是集中由总部制定。
- 由集中式的信息化管控组织统一对各级组织机构的信息化建设进行监管、控制。

（2）联邦式管控。

- 在全企业范围内，整合信息化战略和规划。
- 分层级来制定信息化决策。
- 建立分散式的信息化管控组织，采用虚拟团队的方式，由总部统一领导，开展对各级机构信息化建设的监管、控制。

（3）分散式管控。

- 不同单位有各自的信息化战略和规划。
- 各级单位自己来制定信息化决策。

● 没有统一的管控机制，各级单位自己建设管控队伍管控本单位信息化建设。
● 参考行业实践，根据国网国际业务的组织机构，业务范围特点，信息化现状等因素，国网现阶段国际业务信息化管控应采用联邦式的管控模式。

2）管控策略

根据一体化平台和不同业务应用的特点，国网国际业务信息化的具体管控策略应采取分级管控的方式，既满足国网信息化四统一原则，又满足行业、区域的特色需求。

（1）一级管控适用范围。

主要适用于通用类业务应用（如人力资源管理、财务管理等）和一体化平台，对于专业类应用，如果可以供多个产业单位共用的专业应用（如生产管理），可以考虑采用一级管控模式，由国网总部统一组织建设。

（2）二级管控适用范围。

主要适用于有明显行业特色，只能供单个产业单位使用的专业应用（如燃料管理、境外投资项目管理系统），通过二级管控模式，由相关产业单位自行组织建设。

（3）三级管控适用范围。

主要适用于有明显国家特色，只能供单个海外单位使用的专业应用（如电网运行管理），通过三级管控模式，由相关海外单位自行组织建设。

3. 运行维护

1）运维模式

综合考虑国网公司未来的信息化战略和国际业务各级单位的运维能力，对于部署在国内的信息系统，采用集中运维的模式；对于部署在海外的信息系统，采用外包的运维模式，如图8-5所示。

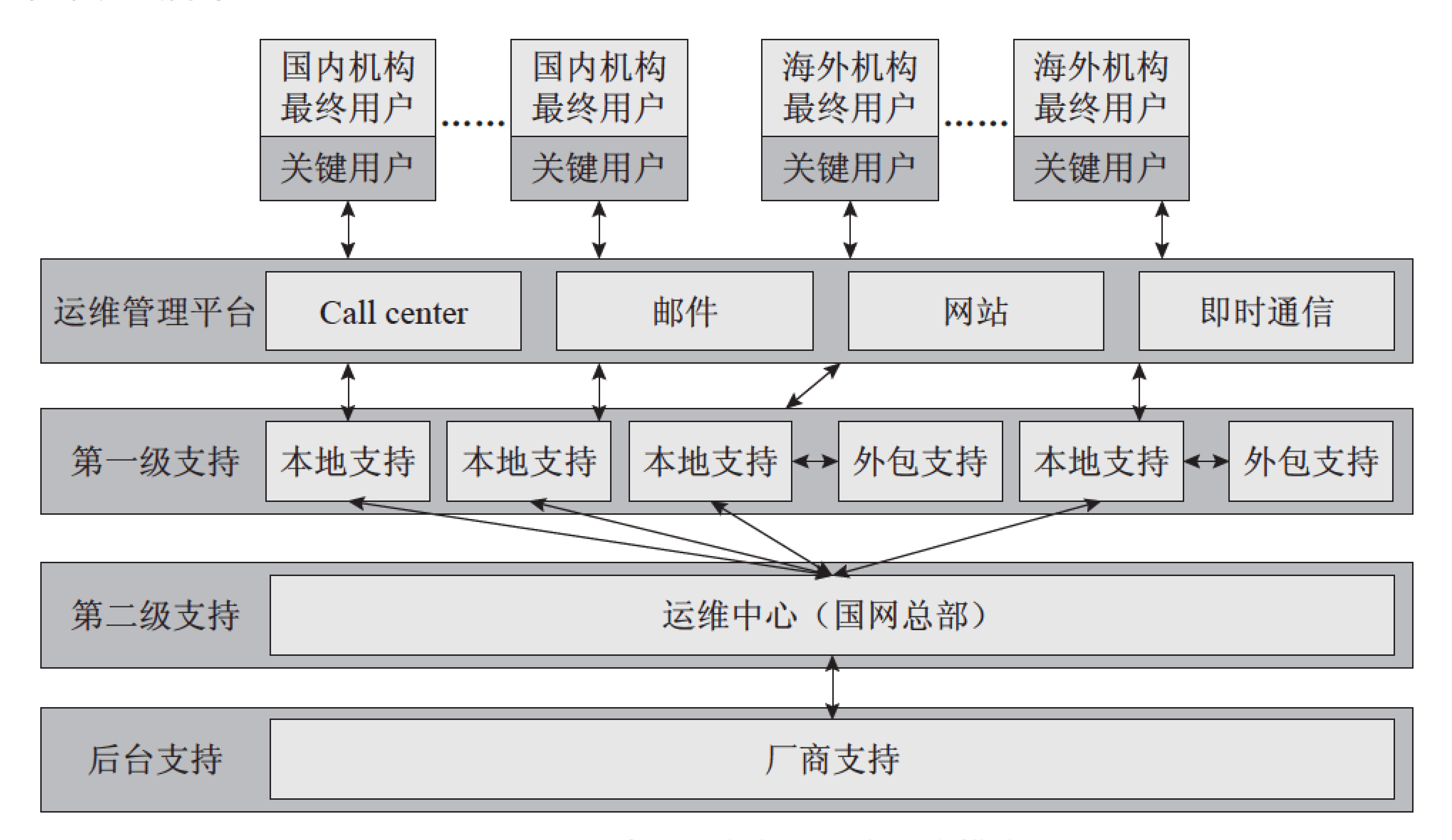


图8-5　国际电力业务数据平台运维模式

用户可以通过Call Center、邮件、网站、即时通信等方式提交运维问题。由内嵌在运维管理平台内的运维策略分派运维任务。对于本地支持（第一级支持）可以解决一些最终用户提出的简单问题，如网络不通、操作错误等。本地支持人员解决不了的问题，则提交到国网总部的统一运维中心（第二级支持）来解决。若统一运维中心也不能解决，则由统一运维中心将问题反馈给厂商，请求厂商给予后台支持。对于海外用户，在使用海外本地应用系统时出现的运维问题，可以由海外单位联系合适的第三方运维力量负责解决。

2）运维难点及解决方案

国际业务信息化是全球范围内的信息化，因此对于系统运维将面临以往国内信息化未有过的挑战，尤其是在多时区和多语言方面。

（1）多时区运维。

海外机构在全球分布广泛，海外机构与北京总部间的时差跨度大（目前海外机构时区跨度最大为15个时区），这是在确定总部集中部署系统的运维模式时，需要考虑的重点问题。

（2）多语言运维。

集中部署的应用系统涉及多个国家、多种语言时，不仅文化差异大，对运维人员多语言的能力提出了较高要求。

对于多时区运维目前有两种解决方案，即Follow the Sun模式和轮班模式。

①Follow the Sun模式。

通过在全球设置两个或多个运维中心来解决因时区切换而造成的运维中断的问题。一般会将运维团队放置在低成本国家或地区，能够大幅度降低运维成本。但是采用Follow the Sun模式对运维管理提出了更高的要求，需要有一套完善的机制、手段和工具协调散落在世界各地的运维中心，从而为用户提供高效的运维服务。

②轮班模式。

单一集中的运维中心通过设置不同的班次进行轮流工作来解决时区的问题。例如，设置3个班次，每个班次负责八个小时的运维工作。在现实的状况下，大部分员工不愿意接受轮班的工作方式，因此运维团队的管理和人才的长期留用将面临挑战。此外，轮班的方式有时对人员的要求更高，一方面需要熟悉应用系统，另外一方面需要多种语言，尤其是在母语为非英语的国家或地区，这增加了运维团队的组建难度。

根据国际业务目前的规模和国网公司的运维模式能力，现阶段国际业务信息化的运维模式应采用轮班运维模式，由国网总部做统一运维，待条件成熟，可以逐渐转向Follow The Sun 运维模式。

对于多语言运维的解决方案，根据国网运维能力的现状，可以考虑分级设置关键用户，负责对最终用户提报的问题进行翻译，如图8-6所示。即海外机构本地的关键用户负责将问题翻译成大语种，产业单位关键用户将大语种提报的问题翻译成中文，提报到总部运维中心。

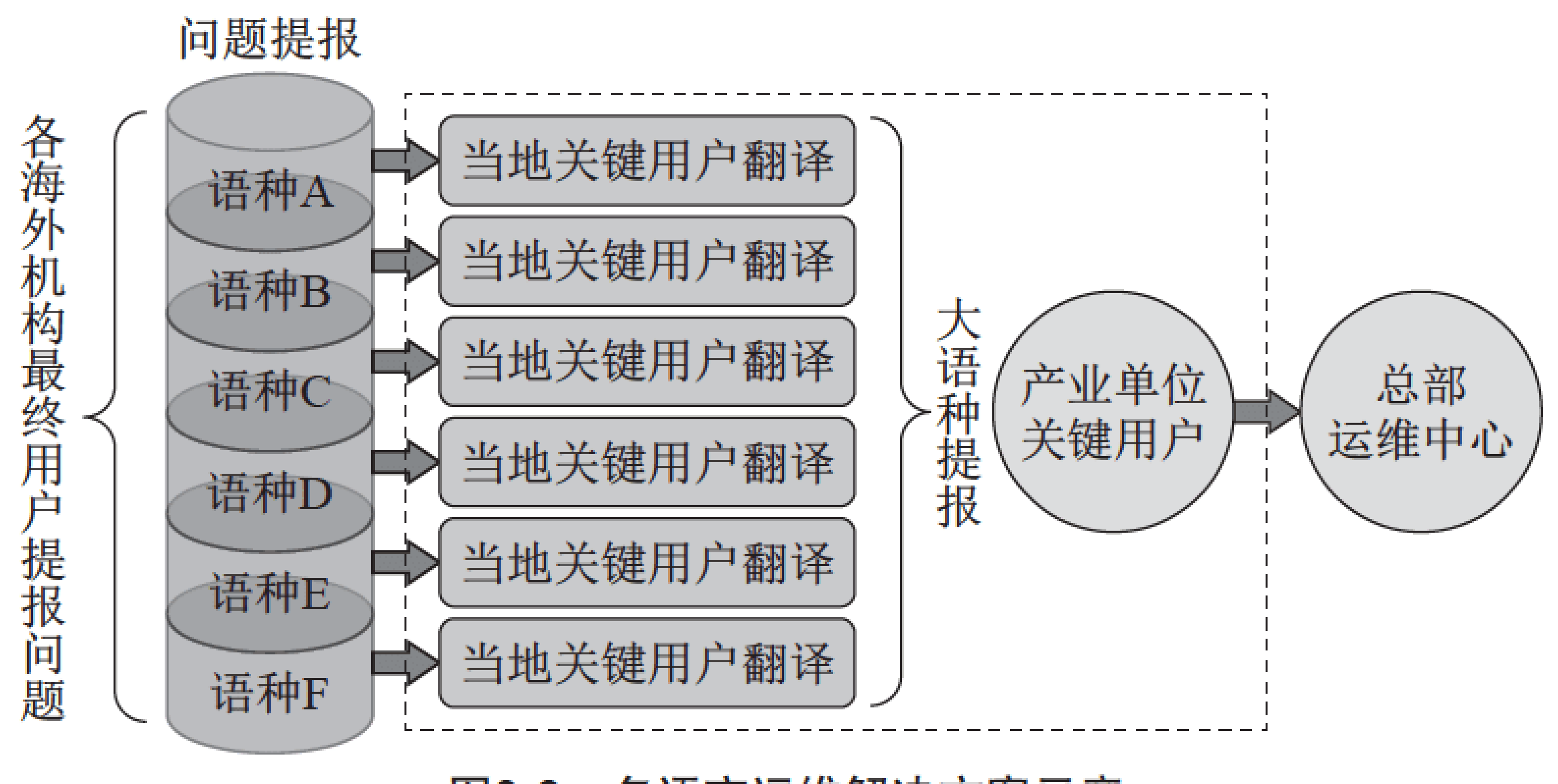


图8-6　多语言运维解决方案示意

8.3.4　国际电力业务一体化数据平台软件开发

1. 采用基于B/S的三层体系结构

B/S基于Web构建，客户端只需有浏览器，无须安装其他软件，只要能够接入局域网即可，同时办公地点不受限制，支持移动办公。

三层体系结构即客户端/应用服务器/数据库服务器。

传统的二层C/S结构存在以下几个局限。

- 以局域网为中心，难以扩展至广域网范围或Internet的大型应用模式。
- 难以管理大量的客户机。
- 受限于供应商，整个系统与特定的应用程序联系紧密。
- 软、硬件的组合及集成能力有限。

选用3层结构具有以下优点。

（1）系统管理简单。大大减少客户机的维护工作量。

（2）提高程序的可维护性。在3层结构中，应用的各层可以并行开发，各层也可以选择各自最适合的开发语言。因为是按层分割功能，所以各个程序的处理逻辑变得比较简单。数据服务的一致、可共享的商业服务，提高了代码的可重用性。由于新的分级之间的影响减少，如变化出现在各级内部机制而非外部接口上，其他层次就无须改动。

（3）进行严密的安全管理。涉密的关键应用的安全管理非常重要。在三层结构中，识别用户的机构是按层来构筑的，对应用和数据的存取权限也可以按层进行设定。例如，即使外部的入侵者突破了表示层的安全防线，在系统功能层中备有另外的安全机构，可阻止入侵者进入其他部分。

（4）可扩展性。当系统的负载和系统的用户不断增加时，可以仅仅增加几台新的服务器，进行恰当的配置即可，无需对应用进行任何修改，这样就可灵活扩展系统规模，提高系统性能。

（5）负载均衡。所有的应用服务器系统都具有负载均衡的能力，即将用户发来的请求，恰当地分配给各个应用服务器，使大家可以分别负担系统的负载。

（6）高可靠性。在多台应用服务器协同工作的情况下，即使发生硬件错误、软件错误和网络错误，只要还有一台应用服务器在工作，系统会将故障机器的处理任务自动转给其他服务器来继续处理，用户端感觉不到任何区别。

2. 采用完全独立于软硬件平台的J2EE技术

J2EE是使用Java技术开发企业级应用的一种事实上的工业标准，为应用Java技术开发服务器端应用提供一个平台独立的、可移植的、多用户的、安全的和基于标准的企业级平台，从而简化企业应用的开发、管理和部署。J2EE是一个标准，而不是一个现成的产品，它由多种基于Java的技术组成，包括Enterprise JavaBeans（EJB）、JavaServer Pages（JSP）、servlets、Java Naming and Directory Interface （JNDI）、the Java Transaction API（JTA）、CORBA和the JDBC data access API等。各个平台开发商按照J2EE规范分别开发了不同的J2EE应用服务器，J2EE应用服务器是J2EE企业级应用的部署平台。由于它们都遵循了J2EE规范，因此使用J2EE技术开发的企业级应用可以部署在各种J2EE应用服务器上。

以J2EE为平台开发多级分布式应用，具有一系列明显的优点。

- 平台无关性。用户不必将自己捆绑在某一种硬件或操作系统上，可以根据自身的情况选择合适的硬件、操作系统、数据库。
- J2EE是一种组件技术，已完成的组件能被方便地移植到任何其他地方，从而能够充分利用和容纳企业已有的IT资源，确保企业级应用能够在多个平台上运行。
- J2EE作为中间件，提供了强大的功能，使开发人员只需要关注商业逻辑，因而能加快开发速度，提高系统的运行效率和稳定性。
- 保护用户投资。当用户更换平台时，由于基于J2EE的系统能方便地移植到其他平台上，无须重新开发，因此能有效地保护用户的投资。

不仅如此，J2EE与其他相关技术之间还有很强的互补、协同和增强的关系。例如，XML是J2EE平台的组成部分之一。J2EE已计划利用XML提供B to B数据交换框架。在此目标实现之前，可以利用Java Server Pages（JSP）在服务器间或者服务器与客户机间产生和运用XML。另外，Enterprise JavaBeans（EJB）利用XML描述组件的配置性质，因而使EJB不仅产生可移植的代码，而且产生可移植的数据。

3. 采用XML技术

考虑XML的特点和作用以及在解决异构平台间数据交互时采用SOAP协议和XML数据形式，并且在综合管理系统中利用XML来配置管理文件，因此采用XML技术。

1）用于支持可扩展性

XML是一种自描述数据格式。“自描述”的意思是说明内容的元数据与内容本身一起存在。也就是说，XML文档（或者包含XML标记的文件）在其文件内部包含传达给接

受者（人或者机器）关于如何解释被标记的内容和XML结构的信息。

2）用于提供Web服务

通过简单对象访问协议（SOAP）、Web服务描述语言（WSDL）、通用描述发现和集成（UDDI）为目录（注册）定义基于XML的规则等协议为网络提供服务。

3）信息发布作用

信息发布在企业的竞争发展中起着重要作用。服务器只需发出一份XML文件，客户可根据自己的需求选择和制作不同的应用程序以处理数据。加上XSL（eXtensible Stylesheet Language）的帮助，使广泛的、通用的分布式计算成为可能。

4）智能化的Web应用程序和数据集成

XML能够更准确地表达信息的真实内容，其严格的语法降低了应用程序的负担，也使智能工具的开发更为便捷。来自不同应用程序的数据也能够转化到XML这个统一的框架中，进行交互、转化和进一步的加工。

4. 采用Web Service技术

国际合作业务应用项目采用Web Service技术解决各异构平台之间信息交互（传递）。Web Service体系结构如图8-7所示。

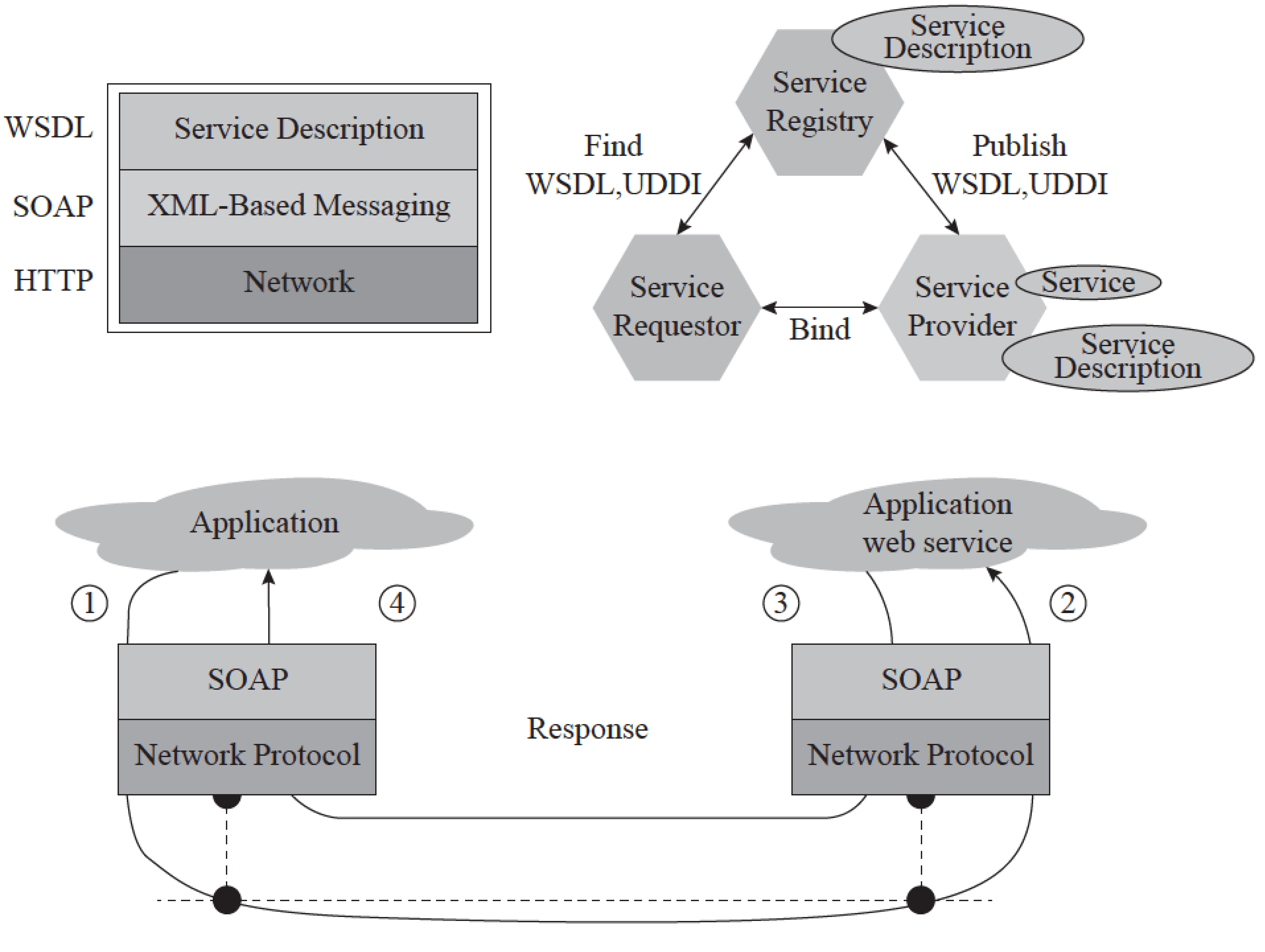


图8-7　Web Service 体系结构

Web Service是采用特定技术封装成一个软件实体，通过网络发布给其他程序使用。当Web Service提供者完成Web Service开发并通过“通用描述、发现和集成（Universal Description，Discovery，and Integration，UDDI）中心”进行注册后，用户即可使用搜

索工具发现所需要的Web Service，并按照其提供的“Web Service描述语言（Web Service Description Language，WSDL）”文件所描述的方法对Web Service进行调用，得到所需要的数据，并加以显示或储存到自己的数据库中。

Web Service有三个主要的优点：一是可以跨越防火墙进行通信；二是它是一个具有不同粒度的软件组件，客户不需要知道它是如何实现的，只知道如何使用它就可以；三是它完全在Internet上运行，用户只要可以上网就可以使用，非常方便。

作为一种可重用的软件组件，Web Service可以很方便地查找、组合或重组，它具有如下基本特征。

1）良好的封装性

Web Service是部署在网络上的软件对象，因此自然具备对象那样良好的封装性。使用者仅能看到该对象向外提供的功能接口，无法获悉内部的实现细节。

2）松散的耦合性

同组件一样，当一个Web Service的实现发生变更时，调用者通常不会感觉到。对于调用者来说，只要Web Service的调用接口不发生变化，Web Service的任何变更都将是透明的。

3）协议的规范性

与一般的组件和对象相比，Web Service的接口协议更加规范，并且更容易被机器识别和理解。

4）标准的开放性

作为Web Service，其所有公共规范完全使用开放的标准协议进行描述、传输和交换。这些标准协议具有完全公开的规范定义，因此能够由任意方单独实现。

5）高度的集成性

由于Web Service采用简单并易于理解的标准Web协议来描述服务接口，完全屏蔽了不同软件平台之间的差异，因此CORBA、DCOM或EJB都可以通过这一标准来实现相互间的互操作性。

基于Web Service技术的优越性和解决跨平台的数据交互，实现了不同系统信息的顺利交互。

第9章
智能车联网数据管理平台技术与案例分析

本章的主要内容包括智能车联网数据管理平台工程基本原理，智能车联网数据管理平台建设规范，统一智能车联网数据管理平台工程案例分析。



9.1 智能车联网数据管理平台工程基本原理

本节主要介绍物联网的基本概念、智能车联网的基本概念、统一智能车联网数据管理平台的基本知识。

9.1.1 物联网的基本概念

1. 物联网定义

“物联网概念”是在“互联网概念”的基础上，将其用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间，进行信息交换和通信的一种网络概念。其定义是：通过射频识别（RFID）、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络概念。

“中国式”物联网定义：物联网（Internet of Things）是一个基于互联网、传统电信网等信息承载体，让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互联互通的网络。它具有普通对象设备化、自治终端互联化和普适服务智能化3个重要特征。

其他的定义：物联网指的是将无处不在（Ubiquitous）的末端设备（Devices）和设施（Facilities），包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、楼控系统、家庭智能设施、视频监控系统等和“外在使能”（Enabled）的（如贴上RFID的各种资产（Assets）、携带无线终端的个人与车辆等等）“智能化物件或动物”或“智能尘埃”（Mote），通过各种无线和/或有线的长距离和/或短距离通信网络实现互联互通（M2M）、应用大集成（Grand Integration）以及基于云计算的SaaS营运等模式，在内网（Intranet）、专网（Extranet）、和/或互联网（Internet）环境下，采用适当的信息安全保障机制，提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持、领导桌面（集中展示的Cockpit Dashboard）等管理和服务功能，实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化。

2. 主要应用领域

1）智能家居

智能家居是利用先进的计算机技术、物联网技术、通信技术，将与家具生活的各种子系统有机地结合起来，通过统筹管理，让家具生活更舒适、方便、有效与安全。

2）智能交通

智能交通系统（Intelligent Transportation System，ITS）是未来交通系统的发展方向，它是将先进的信息技术、数据通信传输技术、电子传感技术、控制技术及计算机技术等有效地集成运用于整个地面交通管理系统而建立的一种在大范围内、全方位发挥作用的，实时、准确、高效的综合交通运输管理系统。

3）智能医疗

智能医疗是通过打造健康档案区域医疗信息平台，利用最先进的物联网技术，实现患者与医务人员、医疗机构、医疗设备之间的互动，逐步达到信息化。在不久的将来，医疗行业将融入更多人工智能、传感技术等高科技，使医疗服务走向真正意义的智能化，推动医疗事业的繁荣发展。在中国新医改的大背景下，智能医疗正在走进寻常百姓的生活。

4）智能电网

智能电网是在传统电网的基础上构建起来的集传感、通信、计算、决策与控制为一体的综合数物复合系统，通过获取电网各层节点资源和设备的运行状态，进行分层次的控制管理和电力调配，实现能量流、信息流和业务流的高度一体化，提高电力系统运行稳定性，以达到最大限度地提高设备效利用率，提高安全可靠性，节能减排，提高用户供电质量，提高可再生能源的利用效率。

5）智能物流

智能物流是利用集成智能化技术，使物流系统能模仿人的智能，具有思维、感知、学习、推理判断和自行解决物流中某些问题的能力。智能物流的未来发展将会体现出4个特点：智能化、一体化和层次化、柔性化与社会化。物流作业过程的大量运筹与决策的智能化；以物流管理为核心，实现物流过程中运输、存储、包装、装卸等环节的一体化和智能物流系统的层次化；智能物流的发展会更加突出“以顾客为中心”的理念，根据消费者需求变化来灵活调节生产工艺；智能物流的发展将会促进区域经济的发展和世界资源优化配置，实现社会化。通过智能物流系统的4个智能机理，即信息的智能获取技术、智能传递技术、智能处理技术、智能运用技术。

6）智能农业

智能农业（或称工厂化农业）是指在相对可控的环境条件下，采用工业化生产，实现集约高效可持续发展的现代超前农业生产方式，就是农业先进设施与陆地相配套、具有高度的技术规范和高效益的集约化规模经营的生产方式。

7）智能电力

智能电力是指电力行业与其客户间的交互影响，包括电力销售以及如何通过智能电网

改变电力行业的运作方式。

8）智能安防

随着科学技术的发展与进步，21世纪信息技术的腾飞已迈入了一个全新的领域，智能化安防技术与计算机之间的界限正在逐步消失，没有安防技术社会就会显得不安宁，世界科学技术的前进和发展就会受到影响。

9）智慧城市

智慧城市就是运用信息和通信技术手段感测、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息，从而对包括民生、环保、公共安全、城市服务、工商业活动在内的各种需求做出智能响应。其实质是利用先进的信息技术，实现城市智慧式管理和运行，进而为城市中的人创造更美好的生活，促进城市的和谐、可持续成长。

10）智能汽车

智能车辆是一个集环境感知、规划决策、多等级辅助驾驶等功能于一体的综合系统，它集中运用了计算机、现代传感、信息融合、通信、人工智能及自动控制等技术，是典型的高新技术综合体。目前对智能车辆的研究主要致力于提高汽车的安全性、舒适性，以及提供优良的人车交互界面。近年来，智能车辆已经成为世界车辆工程领域研究的热点和汽车工业增长的新动力，很多发达国家都将其纳入到各自重点发展的智能交通系统当中。

11）智能建筑

智能建筑指将建筑物的结构、系统、服务和管理根据用户的需求进行最优化组合后，为用户提供的高效、舒适、便利的人性化建筑环境。智能建筑是集现代科学技术之大成的产物。其技术基础主要由现代建筑技术、现代电脑技术现代通信技术和现代控制技术组成。

12）智能水务

智慧水务通过数采仪、无线网络、水质水压表等在线监测设备实时感知城市供排水系统的运行状态，并采用可视化的方式有机整合水务管理部门与供排水设施，形成“城市水务物联网”，并可将海量水务信息及时进行分析与处理，并做出相应的处理结果辅助决策建议，以更加精细和动态的方式管理水务系统的整个生产、管理和服务流程，从而达到“智慧”的状态。

13）商业智能

商业智能的概念在1996年最早由加特纳集团（Gartner Group）提出，加特纳集团将商业智能定义为：商业智能描述了一系列的概念和方法，通过应用基于事实的支持系统来辅助商业决策的制定。商业智能技术提供帮助企业迅速分析数据的技术和方法，包括收集、管理和分析数据，将这些数据转化为有用的信息，然后分发到企业各处。

14）智能工业

智能工业是将具有环境感知能力的各类终端、基于泛在技术的计算模式、移动通信等不断融入工业生产的各个环节，大幅提高制造效率，改善产品质量，降低产品成本和资源消耗，将传统工业提升到智能化的新阶段。工业和信息化部制定的《物联网“十二五”发

改变电力行业的运作方式。

8）智能安防

随着科学技术的发展与进步，21世纪信息技术的腾飞已迈入了一个全新的领域，智能化安防技术与计算机之间的界限正在逐步消失，没有安防技术社会就会显得不安宁，世界科学技术的前进和发展就会受到影响。

9）智慧城市

智慧城市就是运用信息和通信技术手段感测、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息，从而对包括民生、环保、公共安全、城市服务、工商业活动在内的各种需求做出智能响应。其实质是利用先进的信息技术，实现城市智慧式管理和运行，进而为城市中的人创造更美好的生活，促进城市的和谐、可持续成长。

10）智能汽车

智能车辆是一个集环境感知、规划决策、多等级辅助驾驶等功能于一体的综合系统，它集中运用了计算机、现代传感、信息融合、通信、人工智能及自动控制等技术，是典型的高新技术综合体。目前对智能车辆的研究主要致力于提高汽车的安全性、舒适性，以及提供优良的人车交互界面。近年来，智能车辆已经成为世界车辆工程领域研究的热点和汽车工业增长的新动力，很多发达国家都将其纳入到各自重点发展的智能交通系统当中。

11）智能建筑

智能建筑指将建筑物的结构、系统、服务和管理根据用户的需求进行最优化组合后，为用户提供的高效、舒适、便利的人性化建筑环境。智能建筑是集现代科学技术之大成的产物。其技术基础主要由现代建筑技术、现代电脑技术现代通信技术和现代控制技术组成。

12）智能水务

智慧水务通过数采仪、无线网络、水质水压表等在线监测设备实时感知城市供排水系统的运行状态，并采用可视化的方式有机整合水务管理部门与供排水设施，形成“城市水务物联网”，并可将海量水务信息及时进行分析与处理，并做出相应的处理结果辅助决策建议，以更加精细和动态的方式管理水务系统的整个生产、管理和服务流程，从而达到“智慧”的状态。

13）商业智能

商业智能的概念在1996年最早由加特纳集团（Gartner Group）提出，加特纳集团将商业智能定义为：商业智能描述了一系列的概念和方法，通过应用基于事实的支持系统来辅助商业决策的制定。商业智能技术提供帮助企业迅速分析数据的技术和方法，包括收集、管理和分析数据，将这些数据转化为有用的信息，然后分发到企业各处。

14）智能工业

智能工业是将具有环境感知能力的各类终端、基于泛在技术的计算模式、移动通信等不断融入工业生产的各个环节，大幅提高制造效率，改善产品质量，降低产品成本和资源消耗，将传统工业提升到智能化的新阶段。工业和信息化部制定的《物联网“十二五”发

展规划》中将智能工业应用示范工程归纳为：生产过程控制、生产环境监测、制造供应链跟踪、产品全生命周期监测，促进安全生产和节能减排。

15）平安城市

平安城市是一个特大型、综合性非常强的管理系统，不仅需要满足治安管理、城市管理、交通管理、应急指挥等需求，而且要兼顾灾难事故预警、安全生产监控等方面对图像监控的需求，同时还要考虑报警、门禁等配套系统的集成以及与广播系统的联动。

9.1.2　智能车联网的基本概念

1. 智能车联网的定义

智能车联网（Internet of Vehicles）是将先进的传感器技术、通信技术、数据处理技术、网络技术、自动控制技术、信息发布技术等技术有机地运用于整个交通运输管理体系而建立起的一种实时的、准确的、高效的交通运输综合管理和控制系统，是由车辆位置、速度和路线等信息构成的巨大交互网络。通过GPS、RFID、传感器、摄像头图像处理等装置，车辆可以完成自身环境和状态信息的采集；通过互联网技术，所有的车辆可以将自身的各种信息传输汇聚到中央处理器；通过计算机技术，大量的车辆信息可以被分析和处理，从而计算出不同车辆的最佳路线，及时汇报路况和安排信号灯周期。

车联网（Internet of Vehicle，IOV）能够实现智能化交通管理、智能动态信息服务和车辆控制的一体化网络，是物联网技术在交通系统领域的典型应用，是移动互联网、物联网向业务实质和纵深发展的必经之路，是未来信息通信、环保、节能、安全等发展的融合性技术。它可以通过车与车、车与人、车与路互联互通实现信息共享，收集车辆、道路和环境的信息，并在信息网络平台上对多源采集的信息进行加工、计算、共享和安全发布，根据不同的功能需求对车辆进行有效的引导与监管，以及提供专业的多媒体与移动互联网应用服务。

从网络上看，IOV系统是一个“端管云”三层体系。

1）第一层（端系统）

端系统是汽车的智能传感器，负责采集与获取车辆的智能信息，感知行车状态与环境；是具有车内通信、车间通信、车网通信的泛在通信终端；同时还是让汽车具备IOV寻址和网络可信标识等能力的设备。

2）第二层（管系统）

解决车与车（V2V）、车与路（V2R）、车与网（V2I）、车与人（V2H）等的互联互通，实现车辆自组网及多种异构网络之间的通信与漫游，在功能和性能上保障实时性、可服务性与网络泛在性，同时它是公网与专网的统一体。

3）第三层（云系统）

车联网是一个云架构的车辆运行信息平台，它的生态链包含了ITS、物流、客货运、

危特车辆、汽修汽配、汽车租赁、企事业车辆管理、汽车制造商、4S店、车管、保险、紧急救援、移动互联网等，是多源海量信息的汇聚，因此需要虚拟化、安全认证、实时交互、海量存储等云计算功能，其应用系统也是围绕车辆的数据汇聚、计算、调度、监控、管理与应用的复合体系。

2. 车联网数据管理平台的主要功能

车联网应用平台是通过移动终端平台开发的一系列汽车相关服务应用软件，并利用先进的传感技术、网络技术、计算技术、控制技术、智能技术，对道路交通、人车互动、信息互动、时时监控、位置定位、道路救援、娱乐游戏互动等进行全面感知，实现多个系统间大范围、大容量数据的交互，对每一辆汽车和每一个个人终端移动用户进行全程控制和时时互动，既可以对每一条道路进行交通全时空控制，也可以对每一个用户进行全时空定位和信息处理与互动服务。车辆管理系统可为不同用户、不同用途的车辆提供不同的方案和不同的特殊使用功能。

1）车辆定位

系统可实现所有的车辆在同一幅地图上同时显示，根据车辆的位置和数量，系统自动将地图调整到最合适的比例尺，所有车辆的实时位置和状态一目了然。车辆快速闪动表示车辆正在运行，车辆慢闪表示车辆停止。

2）单车定位放大

监控单台车时，系统以连续的蓝色线条在地图上描述需监控车辆的运行路线，车辆的实时状态和车辆的实时位置每分钟自动刷新一次，确保随时向系统上传最新数据。若电子地图上标注地点不详细，可转换至以下卫星地图。

3）车辆卫星地图

通过卫星地图，可查看到车辆周边的道路和建筑物的清晰实体图景。

4）精准的电子地图

使用最新的、正版的、不断更新的MapABC地图显示车辆的位置和轨迹，车辆周边的停车场、加油站、工厂、各种级别的公路等在电子地图上都有清晰明了的位置标注。

5）车辆行车轨迹

可查询任意时段的车辆行车轨迹，地图自动以连续的蓝色线条描述需监控车辆的运行路线，直观明了，并可导出至Excel报表。

系统还可以自动以动态形式回放车辆运行轨迹，让用户清晰细致地了解车辆的历史运行状态。

6）行车里程及油耗

系统可根据设定的时段输出该车的开车时间、停车时间、行车里程，以及该里程所对应的油耗情况。

7）车辆停车地点分析

系统可根据设定时段输出该车在何时、何地停车，停车多长时间。同时，可得出该段

时间内该车的行驶里程、行驶油耗、行驶时间等，并可将报表内容以Excel格式保存。

8）车辆行驶报表

在报表分析功能中，可根据行车过程中的系统记录的信息生成停车报表、行车报表、超速报表、里程报表等十几种实用的报表，并可将报表内容以Excel格式保存。

9）手机查车

用户可通过手机登录系统平台，查看车辆的实时情况，可直接在手机中查看地图，并进行相关车辆的控制功能，既简便，又实用。

10）围栏报警

围栏报警可实现自由设置围栏、进出围栏报警、围栏内开门、关门报警、围栏内限速报警，监控车辆的合理使用范围及安全的功能。

11）信息点标注

可在地图上标注企业自己的网点，及送货到达目的地、收费站、加油站等标注点，方便操作。标注点将在“车辆跟踪”和“行车轨迹回放”显示出来。通过更多网点的标注，可以确定最有效的运输路径，并可清楚地知道车辆是否按规定运行。

12）短信报警

可设定车辆紧急情况联系人，当车辆遇到紧急情况时，系统可自动将报警信息发送到联系人的手机上。

13）扩展功能

包括油量监控功能、温度监控功能等。

3. 数据管理平台的主要管理功能

1）车辆每个月所行驶的里程、速度自动生成报表统计

有了GPS定位功能的管理系统，能自动对每一辆车所行驶的里程及速度一一记录在案，并在每个月指定的日期里，自动生成统计报表，数据既精确又能对里程不正常的车辆进行分析比对，再通过系统的历史轨迹功能，可轻松发现问题所在。

2）油量自动对比统计

系统会根据行驶里程及速度参数推算出合理油耗，并对实际加油量进行比对分析，为节油标兵或耗油达人提供奖励、处罚依据。

3）车辆年检、保险、保养到期自动提示

系统会自动对年检、保险、保养将要到期时，发出短信和系统页面提示。

4）路况信息及时提醒

对于建立了路况信息点采集的城路况实时信息市，如上海、北京等，系统会以颜色标注的形式提示道路交通拥堵状况，便于调度管理车辆选择合理路线降低油耗。

5）交通违章及保险理赔查询

系统可直接登录交通安全信息网、保险网查询车辆的违章和出险理赔信息，防止出现“被违章”或“被理赔”等情况。

6）系统后台24小时监控

一旦发生报警求助，系统主控界面会显示报警信息，中心值班员可联系委托人确认警情，必要时可联动110出警。

7）U盾加密。

为了提高安全性，系统除了采取用户名、密码形式登录外，还可采取用户名、密码和U盘加密钥匙双重验证的方式进行认证登录。

4. “车联网”与“智能网联汽车”分析

1）“车联网”与“智能网联汽车”

车联网（Internet of Vehicles）概念引自物联网（Internet of Things），实际上是一个国人自创的名词，与其意义对应的英文词汇包括Connected Vehicles、Vehicle Networking等。车联网的定义是：以车内网、车际网和车云网为基础，按照约定的体系架构及其通信协议和数据交互标准，在车－X（X：车、路、行人及移动互联网等）之间，进行通信和信息交换的信息物理系统。车联网能够实现的主要功能包括智能动态信息服务、车辆智能化控制和智能化交通管理等。

智能网联汽车是指搭载先进的车载传感器、控制器和执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，使车辆具备复杂环境感知、智能化决策与控制功能，能综合实现安全、节能、环保及舒适行驶的新一代智能汽车。智能网联汽车是车联网与智能汽车的交集。此外，车联网还能够为驾乘人员提供丰富的车载信息服务，并服务于汽车智能制造、电商、后市场和保险等各个环节。

2）智能网联汽车的体系架构

智能网联汽车集中运用了计算机、现代传感、信息融合、模式识别、通信网络及自动控制等技术，是一个集环境感知、规划决策和多等级驾驶辅助等于一体的高新技术综合体。

智能网联汽车的技术体系由传感、决策、控制、通信定位及数据平台等关键技术组成。

（1）先进传感技术。

包括利用机器视觉的图像识别技术，利用雷达（激光、毫米波、超声波）的周边障碍物检测技术，利用柔性电子/光子器件检测和监控驾驶员生理状况技术等。

（2）通信定位和地图技术（DSRC、3G/4G/5G、GPS/北斗）。

包括数台智能网联汽车之间信息共享与协同控制所必须的通信保障技术、移动自组织网络技术，以及高精度定位技术，高精地图及局部场景构建技术。

（3）智能决策技术。

包括危险事态建模技术、危险预警与控制优先级划分、多目标协同技术、车辆轨迹规划、驾驶员多样性影响分析、人机交互系统等。

（4）车辆控制技术。

包括基于驱动、制动系统的纵向运动控制，基于转向系统的横向运动控制，基于悬架

系统的垂向运动控制，基于驱动/制动/转向/悬架的底盘一体化控制，以及利用通信及车载传感器的车队列协同和车路协同控制等。

（5）数据平台技术。

包括非关系型数据库架构、数据高效存储和检索、大数据的关联分析和深度挖掘、云操作系统、信息安全保障机制等。

3）智能网联汽车的三个发展阶段

智能网联汽车的发展的第一阶段是基于自车感知与控制的驾驶辅助系统（ADAS），这是智能网联汽车发展的基础阶段；第二阶段是应用信息通信（ICT）技术实现车-X之间的信息共享与控制协同，即网联化技术的应用；第三阶段是自动驾驶和无人驾驶的实现，这是智能汽车发展的最终目标。

9.1.3　统一智能车联网数据管理平台的基本知识

1. 目的和意义

建设统一智能车联网数据管理平台，是国家电网有限公司在推进全面深化“两个转变”，加快建设“一强三优”现代公司，创建“世界一流电网、国际一流企业”的必然趋势。它的建成将有效地促进公司管理方式变革，实现公司资源整合，提升公司运营水平，确保公司稳健发展。

通过统一智能车联网数据管理平台，总部能够将一目了然地统计出各网省公司车辆的日常使用情况，包括车辆运行费用、车辆资产数、报废车辆数、新增车辆数、事故违章违规信息等统计对标信息。

通过统一智能车联网数据管理平台，下级单位填报的信息可以自动校验，提示错误信息，自动填入和本单位关联的信息，减少了信息的错误填报和缺失填报，保障了基础数据的准确性、完善性。上级单位也只需根据下级单位汇总上报的车辆信息进行审核即可。

统一智能车联网数据管理平台建设的目标是考虑国网车辆管理业务现状及特点，在总体设计上借鉴现有相关车辆管理系统的成功经验，依托信息化手段着力提高车辆管理的质量和效率，构建统一部署的统一智能车联网数据管理平台，实现公务用车和生产用车的基础信息管理、车辆运行管理、车辆费用管理与车辆资源管理的整合。实现标准化、规范化、信息化的统一车辆管理平台，避免重复建设、资源浪费，从而提升国家电网公司车辆管理水平、质量、效率和效益。

车载终端定位方面，北斗卫星导航系统（BDS）是中国自行研制的全球卫星定位与通信系统，目前已成功发射4颗北斗导航试验卫星和16颗北斗导航卫星，已正式对亚太地区提供全面服务。北斗系统可在覆盖范围内全天候、全天时为各类用户提供高精度、高可靠定位、实时导航、授时服务，并具短报文通信能力。

2. 目标

统一智能车联网数据管理平台横向覆盖车辆管理全业务、全过程，纵向贯穿总部、分部和省（直辖市）公司及直属单位、地市（县）公司及下属单位，通过构建车辆管理资源池（公务车辆、生产服务车辆），对外提供公共服务接口，构建公司车辆从计划到采购、申请及运行、监控及预警、保养及维护、处置及报废全过程、全业务的信息化管理，并贯穿公司从总部、分部和省（直辖市）公司及直属单位、地市（县）公司的统一智能车联网数据管理平台，实现公司资源管理的全面统筹，实现公司车辆管理的可控、能控、在控，满足车辆资源的集约化、标准化、规范化管理，全面提升公司公务用车、生产用车、集体企业用车及乡镇供电所（站）用车的精益化管理水平。

1）规范管理车辆台账

制定车辆台账标准，统一车辆分类、编码等属性，确保公司各单位车辆信息的完整性、准确性和规范性。

2）统一管理车辆资源

实现总部对所有下属单位车辆的实时监管，方便下级单位车辆资源、使用及运行情况实时上报，实现公司车辆资源统筹管理，提升公司对车辆资源集约利用及优化配置的能力。

3）提高业务支撑力度

实现车辆全过程的管理，有效支撑车辆管理与运行业务。

4）保障车辆运行安全

辅助管理人员做好车辆的日常保养和安全检查工作，结合车载监控终端，实时监控车辆安全运行，杜绝重大交通事故及违规情况发生，保障车辆的安全运行。

5）提升企业社会形象

实现对车辆购置情况及运行状态的监控，防止超标车购置、公车私用等现象的发生，提升公司的社会形象。

3. 效益分析

1）经济效益分析

通过统一智能车联网数据管理平台的一体化平台演进，将全面提升公司车辆管理业务信息化建设运行管理水平，服务公司其他业务信息车辆管理相关方面的业务需求。在此过程中，通过平台、业务等的整合，减少车辆项目重复建设成本、减少运维成本、降低信息系统运行故障率；同时通过统一智能车联网数据支撑平台，提升运维人员的工作效率，在保证车辆相关业务正常运行的同时节约人力成本，势必带来良好的经济效益。

（1）节约车辆项目重复建设投资及运维成本。

据调研，平台建设前国网公司安装车载监控终端的车辆约6.6万台，相应系统研发实施费用约6618.13万元。按全公司16.41万台车辆测算，公司将在系统研发实施方面仍需投

资9425.82万元。通过统一车辆管理平台的建设，实现业务融合和数据共享，有效减少了人力、财力的浪费，大幅节约了建设投资。在此基础上，通过平台功能提升建设可进一步整合资源、提升优势，在较大程度上降低维护工作量，降低车辆项目的运行维护费用。

（2）减少车辆管理应用重复建设投资。

统一智能车联网数据管理平台采用基于SOA的架构，能够为各类业务应用提供数据、功能、界面服务的开放式的、面向企业级应用的车辆基础服务平台，为各类业务应用提供有力支撑，打造车辆管理资源池。各业务间统一管理车辆资源，发挥车辆资源数据价值，避免车辆管理应用的重复建设，有力地促进业务间的合作。通过平台功能提升建设，提升平台对各业务应用的支撑能力，将有助于推进平台支撑更多的有车辆管理需求的业务系统，同时大大加强平台对相关业务应用的支撑力度，为之提供更优质的车辆管理服务，进一步减少相关重复建设投资，提高公司管理效率，节约资源，具有显著的经济效益。

（3）降低车载终端前端系统建设费用。

车载终端前端系统建设费用包含车载终端设备费用和独立应用系统费用组成，其中独立应用系统费用就存在严重的重复浪费。车载监控终端按照国家电网有限公司企业标准《国家电网有限公司通用车载监控终端技术规范》和《国家电网有限公司通用车载监控终端通信协议及数据格式技术规范》接入统一车辆管理平台，通过统一车辆管理平台统一管理。各单位无须自建车载终端前端系统，只需采购车载终端设备，通过配置接入到统一车辆管理平台，从而大大降低车载终端前端系统建设费用。

（4）规范公司用车，节约运营成本。

通过统一智能车联网数据管理平台的建设，构建公司车辆全过程、全业务的信息化管理，全面支撑国网公司车辆管理需要，实现国网公司车辆的集约规范管理，减少非必要费用的开支，避免浪费，节约运营成本。

（5）减小安全风险，加强安全管控。

安全加固支撑整个国网统一智能车联网数据管理平台的终端模块和通信模块，直接保障了终端与平台实时传输、交互的信息的安全性，同时智能车载终端模块搭载安全芯片，使数据在传输过程中始终保持密文传输，保证了机密数据的安全性，大幅减少了安全技术人员的人工工作量。

2）社会效益分析

通过统一智能车联网数据管理平台不断完善提升建设，将原有分散独立的车辆业务应用系统进行有机整合，实现车辆管理业务的集中监控、集中展现、集中预警、集中管理，为国网车辆管理工作的决策分析提供重要依据，为广大管车辆管理者及运维操作人员提供更加实用高效的车辆管理平台，同时可视化的统一智能车联网数据管理平台也将是展示国网车辆管理调度运行水平的窗口，为展示公司信息化建设成果，体现公司信息化建设水平，提升国家电网公司的企业影响力提供重要技术支撑。

（1）提升公司车辆管理精益化水平。

通过统一智能车联网数据管理平台建设，形成涵盖公务用车、生产服务用车和集体企

业车辆的公司级车辆基础信息库。各单位通过平台开展车辆采购、用车、运行、监控、预警、保养与维护、处置与报废的全过程、全业务管理工作，解决了由于各单位标准不一、管理多维的难题，实现了车辆信息的统一汇集和车辆资源的集中管理。通过平台功能提升建设通过提升自身管理能力，提高了国网公司车辆管理精益化水平。

（2）进一步规范国网公司车辆管理。

平台提供标准化的信息录入方式，实现单条车辆信息标准化率达到70%以上，车辆信息准确度提高至95%以上。各单位通过平台开展日常车辆管理，实现车辆资源管理、车辆运行管理、车辆成本管理、实时监控管理、对比排名管理、决策分析管理等多项业务支撑，建立公司系统统一规范、协同高效的车辆管理机制。

（3）推进班组减负，实现业务融合。

通过平台完善提升建设，有效减少系统间重复录入，更好地实现业务融合和数据共享，践行公司党组为基层班组减负号召，推进减负工作。平台建设在班组减负方面带来很高的社会效益。

（4）率先垂范，提升企业影响力。

通过平台完善提升建设，根据《关于全面推进公务用车制度改革的指导意见》和《中央和国家机关公务用车制度改革方案》的指导，探索国家电网有限公司公务用车管理制度改革思路，认真落实党和政府的相关部署，率先垂范，打造国家电网有限公司特色的车辆管理格局，提升企业影响力。

（5）信道加密，为车联网做准备。

通过对定位、监控、报警、身份识别等各种类型信息的梳理，更加优化国网统一车辆管理体系结构，对整体车辆的调度及管控更趋合理；通过智能车载终端安全加固模块带动整体国网统一车辆管理体系，实现对车辆系统、完善的调度、监管，也是提升企业自身管理的规范性，避免非智能化管理模式中出现的因人为失误。

（6）防范车辆管理安全风险。

随着国内外安全形势日趋严峻，公司的车辆及运行数据已逐渐变得越来越敏感，国网相关部门在不同场合多次提出了车辆及运行数据的重要性。平台现有安全防护措施虽然满足公司相关安全要求，但仍存在一定的安全风险。一是终端风险，安装的车载终端数据的采集、传输等过程是采用明文传输，在传输过程中数据有被窃取可能，业务数据一旦被窃取，存在盗用电子证书文件、用户私钥、伪造身份访问等风险。二是传输通道风险，从传输信道上多采用APN“专网”，无线网络的开放特性，导致攻击者可以找到更多的接入点入侵移动网络，进行钓鱼攻击、中间人攻击或网络抓包等方式的数据窃取和干扰，威胁数据的完整性与保密性。如果非法复制或获取SIM卡连接入网，甚至可以实施对应用系统或该网络中其他终端的网络攻击。三是网络边界风险，在终端和前置采集端数据的加密采用软加密方式，存在终端身份伪造、口令暴力破解等风险，造成信息泄露。四是冒用盗用风险，终端与平台端距离相对远，一旦出现车辆相关人员私自改动终端的情况，平台监控是很难察觉的。因此，有必要对平台整体进行安全加固，提高平台抵御安全侵犯的能力。

9.2　智能车联网数据管理平台建设规范

本节主要介绍智能车联网产业信息通信标准体系建设规范、电动汽车租售管理信息系统的主要功能、统一智能车联网数据管理平台的主要应用功能。

9.2.1　智能车联网产业信息通信标准体系建设规范

1. 目的和意义

智能车联网产业是汽车、电子、信息通信、道路交通运输等行业深度融合的新型产业，是全球创新热点和未来发展的制高点。《国家车联网产业标准体系建设指南》充分发挥标准在车联网产业生态环境构建中的顶层设计和基础引领作用，按照不同行业属性划分为智能网联汽车标准体系、信息通信标准体系、电子产品与服务标准体系等若干部分，为打造自主可控、具有核心技术、开放协同的车联网产业提供支撑。

车联网产业（信息通信）标准体系以新一代信息通信技术的应用为切入点，以突破关键技术、培育典型应用为导向，促进技术创新和产业发展。着力研究LTE-V2X、5G等新技术在车联网产业中的应用，制定相关的技术、产品以及应用服务标准，力争通过标准的协调和引领作用，整合相关数据资源，构建大数据和服务平台，促进不同部门和行业间车联网产业数据流通，培育车联网产业典型应用，实现车、路、人、云的有效互联互通。

车联网产业（信息通信）标准体系的构建应当是一个不断完善和调整的动态过程。随着信息技术的不断发展，新的车联网产业服务业态不断涌现，标准体系也将不断更新。在技术上，以开放兼容的视野给各种技术路径选择预留空间。通过标准制定和研发过程，为我国车联网产业（信息通信）产业发展开辟路径，指明方向，制造机会。

2. 建设目标

车联网产业（信息通信）标准体系以车、路、人、云的信息交互和相互间安全、有序、高效协同为目标，“十三五”期间重点研究制定天线技术、电磁环境兼容性等基础技术体系，制定基于LTE-V2X的无线通信网络建设及关键技术标准体系，探索5G技术在车联网产业领域的应用，关注效率出行类、信息娱乐类、通信服务类平台的标准化研究制定工作，制定、完善通信安全相关标准等，支撑车联网产业相关技术发展、促进车联网产业应用和推广。

具体分为两个阶段。2018年底前完成基础性技术研究，建立基础性技术标准体系，并形成基于LTE-V2X的关键技术标准体系，制定和完善车辆紧急救援、通信安全等重点标准

体系建设，针对标准开展试验验证。到2020年完成5G支持车联网产业系列标准的制定，进一步完善健全信息通信安全与数据安全等标准。

3. 技术结构图

车联网产业（信息通信）标准体系技术结构图如图9-1所示，是从技术角度对车联网产业中涉及信息通信的关键标准进行全面梳理，分为感知层（端）、网络层（管）和应用层（云）三个层次，并以共性基础技术和安全技术为支撑。体系架构按照“端—管—云”的方式进行划分，明确各项标准在车联网产业技术体系中的地位和作用，更好地发挥标准体系的顶层设计和指导作用。

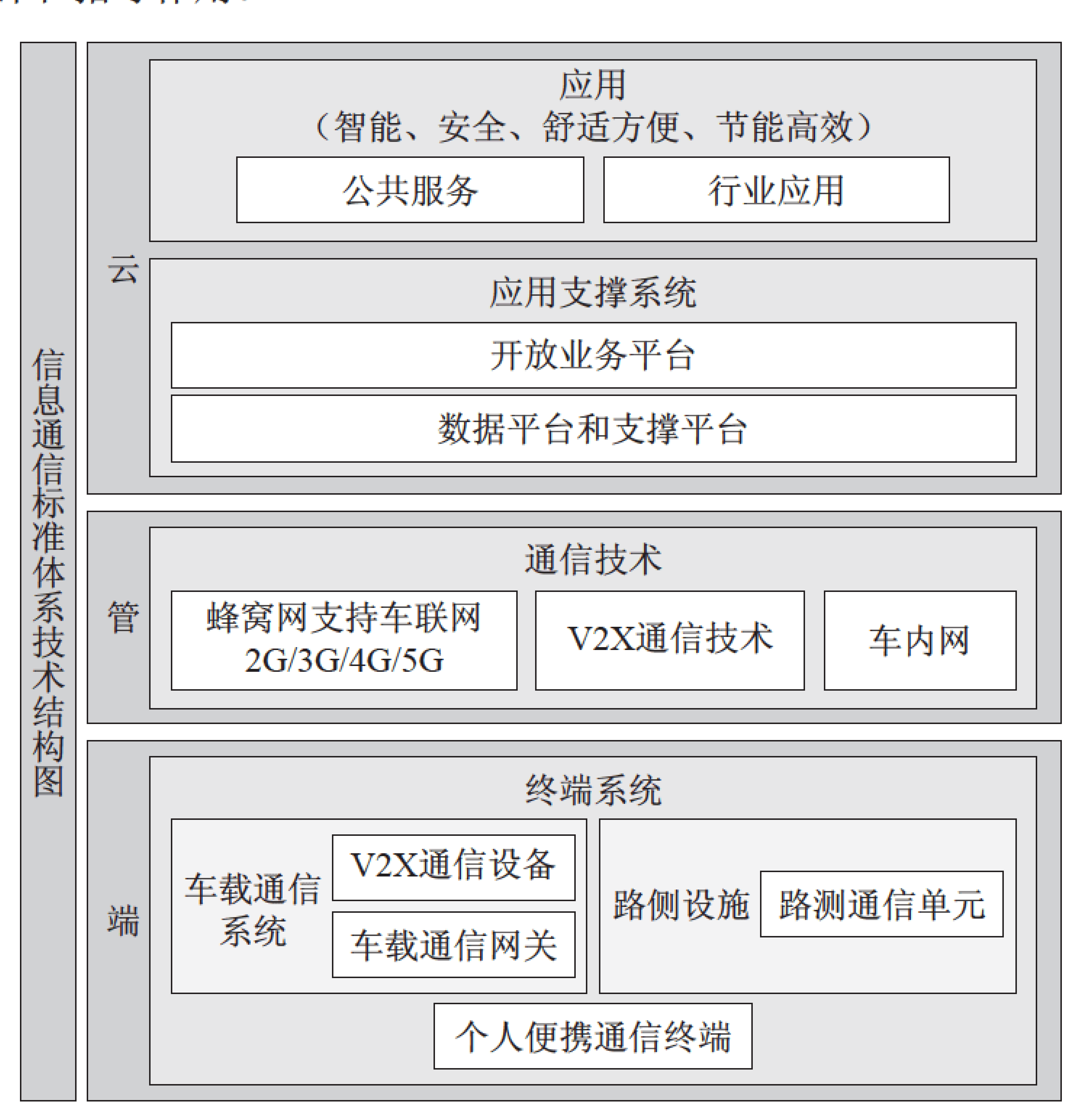


图9-1 车联网产业（信息通信）标准体系技术结构图

共性基础技术主要解决车联网产业涉及的共性问题，并提供有效的评估手段，主要包括天线和电磁环境兼容性等技术。车联网产业信息通信网络的“端”是具有通信能力的车载终端和各种基础设施终端，可以实现车辆与其他车辆、云平台之间的信息收发以及车辆和交通状态信息的共享，包括车载通信终端、路侧通信设施以及个人便携式通信终端等。“管”是利用V2X、蜂窝网络等通信技术，实现车与车、车与路、车与平台、车与人等的全方位网络连接和信息交互。“云”是综合信息和服务平台，主要包括业务平台、数据平台和支撑平台，面向各种车联网产业的应用以及应用支撑系统，提供多样化的车联网产业公共服务和行业应用。

4. 车联网产业（信息通信）标准体系结构图

车联网产业（信息通信）标准体系主要包括基础标准、通信协议和设备、业务与应用、网络与数据安全标准4大部分，如图9-2所示。

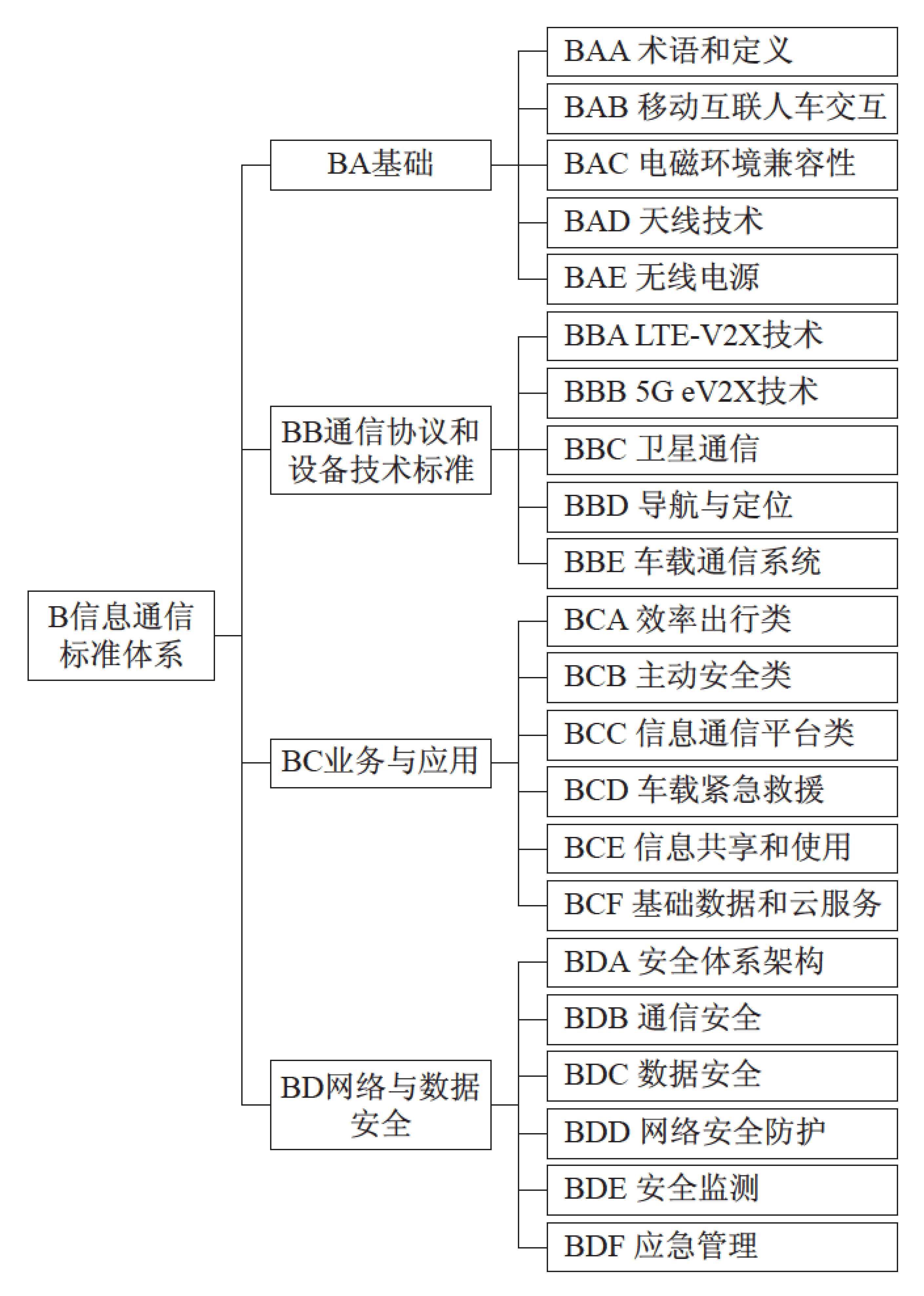


图9-2　车联网产业（信息通信）标准体系结构图

5. 标准体系建设内容

车联网产业（信息通信）标准体系主要包含以下内容。

1）信息通信类基础标准

信息通信类基础标准主要包括术语和定义、移动互联人车交互标准、电磁环境兼容性、天线技术和无线电源等。

目前，移动互联人车交互技术主要涉及手机终端与智能车载终端互联的技术方案，包括支持移动互联网应用的车载智能语音交互技术要求及测试方法，移动互联汽车用户体验技术要求及测试方法等。

电磁环境兼容性标准主要围绕电磁环境与车、人之间的兼容性，即设备电磁干扰与抗干扰能力、人体电磁暴露特性评估，包括车载通信系统电磁兼容性技术要求和测试方法及人体电磁暴露限值要求和评估方法等。

车载天线技术标准主要围绕车联网产业涉及的天线性能开展研究，制定设备天线系列标准，为相关天线性能评估提供技术依据和方法。

无线电源标准主要围绕整车无线供电与车载无线充电技术提出技术要求与评估方法并进行标准化，包括电动汽车大功率无线充电系统标准等。

2）通信协议和设备技术标准

通信协议和设备技术标准主要涉及LTE-V2X技术、5G eV2X技术、卫星通信、导航与定位技术和车载通信设备技术要求等方面。

LTE-V技术标准包括LTE-V2X接口标准、终端设备标准、网络设备标准、网络层/应用层标准、互操作标准等。接口标准包括LTE-V2X的空口标准等。终端设备标准包括支持LTE-V2X通信技术的终端设备和测试规范等。网络设备标准包括支持LTE-V2X通信技术的基站设备规范和测试规范等。网络层/应用层标准包括LTE-V2X通信技术的网络层、应用层标准和相应的测试规范等。互操作标准包括支持LTE-V2X通信技术的终端间互操作标准、终端与网络设备互操作标准等。

5G eV2X技术标准包括5G eV2X的空口标准，支持5G eV2X通信技术的终端设备规范和测试规范，支持5G eV2X通信技术的基站设备规范和测试规范，支持5G eV2X通信技术的终端间互操作标准、终端与网络设备互操作标准和5G eV2X与LTE-V2X互操作标准等，面向低延时高可靠的5G基站、终端设备技术要求和测试方法。

卫星通信技术标准包含卫星通信地球站设备车载（静止/移动）天线和伺服系统测试方法、车载卫星通信设备电磁兼容性要求和测试方法、车载卫星终端通用技术要求和测试方法等。

导航与定位标准包括车载导航定位性能、定时技术和电磁兼容性的技术要求和测试方法。车载导航定位标准将为车载导航定位性能评估提供测试依据，包括射频性能、空间性能、一致性等，定位方式包括北斗、GPS等多模独立定位、通信网络辅助定位等。车载定时标准将为车载定时性能评估提供测试依据，包括定时准确性、稳定性等。

车载通信系统标准主要包含车载网关设备技术要求和检测方法、车载窄带语音通信设备传输性能要求和测试方法、车载无线通信接口技术要求和测试方法、车载通信终端与手持终端互联规范等。

6. 业务与应用标准

车联网产业相关的业务与应用包括效率出行类应用、主动安全类应用、信息通信平台类应用、车载紧急救援应用、信息共享和使用、基础数据和云服务等。业务与应用标准主要规定具体服务产品和系统的功能要求、性能要求以及对应的试验方法等。例如，针对效率出行类制定智能运输系统中道路信息结构化和交互数据集标准；针对主动安全类应用开

展基于网联式的主动安全和自动驾驶技术要求和测试方法；针对信息通信平台制定车载服务平台接口技术要求及测试方法、平台与车载终端信息交互（OTA技术等）技术要求及测试方法等标准；车载紧急救援标准主要面向车辆遇到突发状况采取的紧急救援技术开展标准化，包括紧急救援应用功能模型、系统架构、业务流程、接口、紧急信息采集、消息格式等内容，涉及业务平台、承载网络及设备的功能和性能要求；信息共享和使用包括车联网产业数据共享与开放相关要求等；制定基础数据和云服务平台的参考架构、公共服务数据开放共享与流通等。

7. 网络与数据安全

车联网产业网络与数据安全包括安全体系架构、通信安全、数据安全、网络安全防护、安全监控、应急管理等。安全体系架构标准包括总体安全架构要求；通信安全标准包括车内通信、V2X通信安全要求、智能网关安全要求和测试方法等；数据安全标准包括数据安全及用户个人信息保护；网络安全防护标准包括信息服务平台安全防护与测评相关要求；安全监测标准包括车辆安全监测技术要求；应急管理标准包括车辆联网的应急管理要求。

9.2.2 电动汽车租售管理信息系统的主要功能

为持续推进公司电动汽车服务模式创新与业务拓展，以“开放、智能、互动、高效”为总体目标，构建友好快捷、功能齐全、安全稳定、互联互通一体化车辆租售管理信息系统，进一步健全运营体系、提升服务水平。

1. 租赁服务

围绕公务用车、生产用车和个人用车，遴选出适合公司现阶段开展的长租、公务短租、分时租赁和通勤班车4类主业务，6类子业务，同时具备9类客户基础服务和6类客户增值服务功能。

业务流程

（1）长租业务。

- 企业长租：提供租期超出30天的线上车辆租赁服务，通过系统完成用车方案商定、合同确认、银行转账、票据确认、续租、交验车信息确认、客户评价等关键环节服务。
- 个人长租：依托分时租赁网点及车辆资源，向个人客户提供租期超出30天的全过程线上车辆租赁服务。

（2）公务短租。

向企业客户提供单期不超出30天的线上车辆租赁服务，按日计价、按月结算，通过系统完成用车方案商定、框架合同确认、银行转账、票据确认、续租、交验车信息确认、客

户评价等关键环节服务。

（3）分时租赁。

- 公务出行：在现有“如e行”基础上，增加企业公务账户及用车审批流程，通过系统向客户提供公务出行全过程线上服务。
- 个人出行：优化现有“如e行”系统，灵活定价策略，实现现金账户和优惠券账户分开结算，通过系统向客户提供日常出行全过程线上服务。

（4）通勤班车。

为企业客户提供通勤解决方案，通过系统完成用车方案商定、合同确认、银行转账、票据确认、续租、交验车信息确认、客户评价等关键环节服务。

（5）企业定制服务。

按客户需求，向企业客户提供专属的含车辆、驾驶员、充电、过路过桥等套餐用车服务，通过系统完成用车方案商定、合同确认、银行转账、票据确认、续租、交验车信息确认、客户评价等关键环节服务。

2）配套基础服务

（1）订单服务。

实时查询订单进度，展示业务流程各环节的状态。

（2）试乘试驾服务。

在车型选择界面向客户提供车辆试乘试驾服务，提升客户服务感知。

（3）咨询投诉服务。

在业务各流程环节界面，向客户提供咨询投诉服务渠道。

3）车辆服务

（1）车辆实时状态查询。

所属租售车辆行驶公里数、续航能力、平均电耗、电池状态、时速、发动机转速等。

（2）保险服务。

所属租售车辆保险日期、保险公司名称及报案电话（可一键呼出）。

（3）事故处理。

提供一键报案，客户信息短信通知租赁服务及保险工作人员，工作人员与客户联系开展事故处理。

（4）违章提醒。

对于长租及公务短租业务，出现违章后向客户推送违章提醒。

（5）导航服务。

与社会导航运营商做实时数据接口，提供车辆导航服务。

（6）记账本。

车辆相关费用手动（部分自动）记账，显示较汽油车节约成本价值。

（7）充电服务。

点击后跳转至“e充电”APP。

（8）数据服务。

图表显示所属车辆公里数、充电量、违章、费用等数据统计结果，为企业客户提供数据统计及车辆相关档案管控功能。

（9）便民信息推送。

根据客户价值按需提供天气预报、限行提醒、空气质量、特殊天气安全驾驶提醒、新政策解读等各类信息推送。

4）配套增值服务

（1）车辆服务。

- 违章处理服务：客户违章发生后，向客户推送一键违章处理服务，单击后生成违章处理订单，付款后专人违章处理服务。
- 汽车美容服务：定期向客户推送一键车辆美容服务，单击后生成汽车美容订单，付款后上门洗车或门店洗车、打蜡、建议改装服务。
- 车载网络服务：为客户车辆提供不同套餐种类的4G移动网络。
- 数据统计分析服务：为集团客户编制季度、年度车辆使用情况报告，包含各类数据统计分析及用车建议。

（2）充电卡办理服务。

为客户提供一键充电卡办理服务，单击后生成充电卡订单，付款后充电卡快递送达（提供快递查询接口）。

（3）金融服务。

为客户提供预支、分期等相关金融服务。

（4）企业整体用车方案。

为集团客户量身定制，各类租售模式相结合，为企业提供整套用车解决方案，并根据实际需要，单独研发项目专属业务套餐及配套系统支撑。

2. 销售服务

以个人销售和企业批量销售两类业务为主线，以结合网销网站，开发线上销售系统。

1）业务流程

（1）个人销售。

按照B2C模式，引入经销商加盟机制，实现电动汽车线上销售、线下提车。

（2）企业批量销售。

为企业客户提供线上买车服务，通过系统完成购车方案商定、合同确认、银行转账、票据确认、交验车信息确认、客户评价等关键环节服务。

2）客户基础服务

（1）订单服务。

实时查询订单进度，展示业务流程各环节状态。

（2）试乘试驾服务。

在车型选择界面向客户提供车辆试乘试驾服务，提升客户服务感知。

（3）咨询投诉服务。

在业务各流程环节界面，向客户提供咨询投诉服务渠道。

3）车辆服务

（1）车辆实时状态查询。

所属租售车辆行驶公里数、续航能力、平均电耗、电池状态、时速、发动机转速等。

（2）保险服务。

所属租售车辆保险日期、保险公司名称及报案电话（可一键呼出），保险到期提醒。

（3）维保服务。

所属车辆上次保养或维修日期、项目、金额，下次保养日期、项目、预计金额，保养到期提醒。

（4）事故处理。

对于在平台购置保险的客户，提供一键报案，客户信息短信通知保险人员，保险人员与客户联系开展事故处理（远期可做到与保险系统对接，显示事故处理定损、责任划分、结案等信息，在平台实现理赔款项支付）。

（5）违章提醒。

出现违章后违章信息推送，违章记录及状态查询。

（6）导航服务。

与社会导航运营商做实时数据接口，提供车辆导航服务。

（7）记账本。

车辆相关费用手动（部分自动）记账，显示较汽油车节约成本价值。

（8）充电服务。

点击后跳转至“e充电”APP。

（9）数据服务。

图表显示所属车辆公里数、充电量、违章、费用等数据统计结果，为企业客户提供数据统计及车辆相关档案管控功能。

（10）便民信息推送。

根据客户价值按需提供天气预报、限行提醒、空气质量、特殊天气安全驾驶提醒、新政策解读等各类信息推送。

9.2.3 统一智能车联网数据管理平台的主要应用功能

通过统一车辆管理平台将生产用车、公务用车进行统一管理。通过车辆安全运行管理，大屏显示管辖车辆在地图上的实时运行状态，提高突发性、应急性调度的反应效率，实现可视化、信息化的统一管理工作。

1. 车辆资源管理

1）车辆台账管理

实现国网总部及下属各单位的公务用车、生产用车、供电所及集体单位的车辆档案信息维护及上报功能。

车辆台账信息新增时，主业车辆与ERP物资模块进行集成。通过ERP项目的验收设备清册获取主业车辆部分台账信息，并通过统一车辆管理平台完善，经国网总部审核通过后，将完整的档案信息同步至ERP物资模块。其他非主业车辆的台账信息直接通过统一车辆管理平台进行维护、审核及上报。统一车辆管理平台同时可查看主业车辆的资产卡片信息。

车辆台账信息修改后，需上报审核。上级单位能够对比查看改前和改后的数据对比，修改字段高亮显示，方便审核。审核通过后完成修改业务的闭环操作。如果不同意上级，退回下级单位并填写退回理由，由下级单位重新进行修改上报。统一车辆管理平台修改主业车辆基本信息并审核通过后，同时将修改后的信息更新至ERP物资模块。

2）车辆购置管理

总部、分部、各省市公司及直属单位根据公司综合计划编制要求，向上级主管部门申请购置或租赁车辆。

上级单位结合各公司车辆保有量及测算各单位车辆使用率等情况，审批下级相关部门提交的车辆零购申请。

将批复的车辆零购申请直接纳入各单位发展（策）部门的综合计划申请。

3）车辆处置管理

按标准、流程将使用范围、购置方式不规范的车辆进行处置处理。处置方式包括暂时封存、拍卖、评估出售、回退集体企业、报废等处置方式。

4）车辆报废管理

实现车辆报废申请、审批及正式报废等功能。

车辆报废分为两种类型，一种是达到国家规定报废标准的车辆申请报废，另一种是未达到国家规定报废标准的车辆但使用率较高、磨损较大的车辆申请报废。

总部、分部、各省市公司及直属单位车辆主管部门根据各公司车辆的使用、报废筛选数据及各单位车辆保有量信息等情况，审批下级相关单位提交的车辆报废申请。

报废申请审批通过后，申请单位正式报废车辆，并通过统一车辆管理平台维护车辆报废信息，上报报废相关证明的扫描件等。

5）驾驶员信息管理

实现驾驶员基本信息的维护功能，同时记录驾驶员驾照年审信息，并提供年审到期提醒功能。

实现驾驶员的考核管理，通过油耗、出勤率、服务评价、安全等多种系数，定期综合考核驾驶员素质，形成优质服务竞争意识，提高服务水平。

6）日常规范管理

实现各级单位将本地的车辆运行管理的相关日常规范上传的功能，上级单位可查看本单位及下级单位的车辆日常规范，能够对下级单位的车辆派用、采购、报废等流程进行分析对比出是否违规或符合当地车辆管理制度的操作。

7）保有量测算管理

实现保有量测算原则设置功能。用户可根据单位的相关规定及实际情况对超标原则和超编原则进行设定。

8）供应商信息管理

实现供应商信息的维护功能，同时将车辆的日常维修、保险的指定单位进行登记。提供其相关维修、保险及票据相关信息。

2. 车辆运行管理

1）车辆使用申请

实现车辆网上用车申请、审批及调度的功能。用车申请人根据自身的情况填写用车申请单，并经相关部门及人员审批通过后自动流转至车辆调度人员进行车辆的派用。调度人员同时可基于GIS地图及车辆定位信息，选择合适的车辆进行派用。平台自动生成派车单，实现派车单的打印功能。同时与公司后勤管理系统、协同办公系统、PMS系统、短信平台等业务集成，方便用车人进行车辆申请及派车信息查询。

实现派车单的录入功能，方便临时用车或无法及时申请用车的情况下派车单的登记。实现车辆派用服务评价功能，用车人用车完毕后，通过车辆管理平台、短信、移动办公平台等手段对本次用车情况、驾驶员及车队的服务水平进行评价。实现派用流程的自定义功能，使得使用单位能够根据各自的管理规范及要求，灵活定义流程节点，方便使用。单位中需要使用车辆的人员都会需要使用到车辆派用功能，是用户使用率高的模块，因此车辆派用秉承易操作、快操作的原则进行设计，体现派用中应急反应的能力。

2）可视化调度管理

通过对车辆的使用程度分析结果进行科学合理的可视化调配车辆使用，提高车辆的使用率，合理分配车辆使用资源。

3）维修保养管理

对车辆维修保养的申请与审批进行管理。当车辆需要维修时，由驾驶员填写维修申请，提交至车队维修专职审批；审批通过后车队专职进行维修费用的预算，同时将申请及预算信息提交至车队分管领导审批；车队领导根据是否需要至外部维修点维修进行审批，如果是外部维修点维修，则需提交至后勤工作部（地市公司为办公室）分管领导审批；如果是内部维修点维修，维修专职在车队领导审批通过后需填写派工信息；填写完毕后，进行车辆维修，维修完毕后进行费用结算及报销。

4）违章事故管理

将车辆的日常事故、违章情况进行登记，车辆的事故信息、违章信息进行录入并与维

修保养能够进行关联查询工作。

5）区域辅助调度管理

当遇到突发情况需紧急调用车辆时，能够在所需车辆位置附近查询到车辆的运行情况，根据紧急程度或车辆返回驻地的过程中调用车辆赶赴紧急现场，提高车辆管理的高效性。

3. 实时监控管理

1）跟踪定位管理

可以在车辆运行过程中，在电子地图上显示车辆运行轨迹，并实时显示车辆的运行状态，速度，运行方向等信息。

2）历史轨迹管理

根据车牌号码、时间、播放速度等查询条件，在具体时间段内，将车辆运行的历史轨迹按照一定速度在界面重新显示。

3）运行状态管理

在车辆运行过程中，可以在电子地图上显示车辆运行轨迹，并实时显示车辆运行的状态、速度、方向等信息。

4）地图操作管理

实现地图操作的基础功能。功能包括图层的图形缩放、地图范围控制、平滑漫游、距离测量与面积测量。可进行地图平移、纵移，可进行地图比例尺放大、缩小等。

4. 预警提醒管理

1）车辆违规报警管理

车辆在运行过程中，根据报警规则，自动显示报警信息页面，显示的内容包括车辆终端号、报警时间、报警原因，并提供快速定位报警车辆的快捷按钮，单击按钮后，定位到显示其运行轨迹的界面。并以短信的方式通知车辆。

2）车辆超速报警管理

当车速超过设定的速度后，能够提醒并通知车辆管理者及驾驶员，在地图定位的图标上显示最近的报警提示信息，能够以短信方式告知车辆。

3）驾驶证年审提醒管理

对驾驶证进行年审周期设定，当设定好驾驶员的驾驶证年审周期时间后，能够对驾驶证将要到期的人员进行提醒工作。

4）车辆年检、保险、保养提醒管理

当设定好车辆年检、保险、保养的周期时间或行驶里程后，能够对年检将要到期的车辆进行年检提醒管理工作。

5）疲劳驾驶预警管理

当车辆或者驾驶员连续驾驶时间超过疲劳驾驶时间阈值时，能够进行提醒并通知车辆

管理者及驾驶员。

5. 车辆成本管理

1）单车成本核算

单车成本核算主要针对车辆日常的所有费用开销进行管理，最终汇总后计算出车辆每天、每月的整体运行成本，为车辆管理及以后的车辆成本控制提供数据支持。

2）车辆油费管理

车辆的油费是车辆费用支出较高的一部分，通过此模块能够将车辆的油费进行录入管理，包括加油费用、加油卡费用、加油时的里程数等信息。

3）维修保养费用管理

通过统一车辆管理平台维修、保养管理模块实现维修保养费用的维护功能，为后期的费用统计及车辆运行成本提供数据支撑。

4）事故违章费用管理

通过事故违章管理模块，维护车辆的违章罚款信息。能够将车辆事故违章的车牌号、驾驶员姓名、事故违章地点、费用、日期进行录入统计。

5）年检保险费用管理

实现车辆的年检、保险费用的维护功能，为后期的费用统计及车辆运行成本提供数据支撑，统计监督管理车辆年检保险费用信息。

6）路桥费用管理

实现过路过桥费的维护功能，为车辆费用支出控制提供有效数据支撑，将车辆的车牌号、驾驶员姓名、过路桥费、日期进行录入统计。

7）车装车饰费用管理

实现车装车饰等费用的维护功能，为后期的费用统计及车辆运行成本提供数据支撑，将车辆车牌号、驾驶员姓名、车装车饰名称、费用、日期进行录入统计。

8）其他费用管理

记录车辆在日常运行中产生的其他杂项费用，统计监督管理其他费用信息。

6. 对比排名管理

1）车辆事故、违章排名

以所属单位、驻地、时间等维度统计和分析车辆的事故、违章信息，为车辆安全行驶管理提供数据支撑，并且能够对驾驶者的绩效考核提供依据。

各单位按月份统计出事故、违章数据进行对比排名，提高车辆安全监管力度，保障车辆安全运行。

2）驾驶员绩效排名

统计驾驶员月度绩效考核信息并根据不同的关注维度统计驾驶员排名信息。根据油耗、维护成本、交通安全会参加次数、满意度、违规次数、公车私用次数等维度对驾驶员

进行排名统计。

3）车辆违规排名

以单位、车辆类型等维度统计分析车辆违规信息，对驾驶者的绩效考核提供依据，并可以按月度进行各单位车辆违规统计排名，从而减少车辆违规操作，规范化车辆运行管理。

4）车辆资源排名

上级对下级单位每年车辆的采购数量、报废数量进行同业对标，使上级单位能够对下级车辆资源数据能够详细了解，并对下一步的车辆采购审批提供辅助决策依据。

5）车辆成本排名

上级对下级的车辆的各项运行成本进行同业对比，使上级单位能够对下级车辆运行费用进行掌控管理。

7. 决策分析管理

1）车辆台账分析

对车辆台账信息进行统计查询，能够按单位、类型、车辆品牌、资产属性等维度进行车辆信息统计，如车辆台账信息完整率、公务车辆等维度，便于掌握单位的车辆数据，为以后车辆的运行成本以及采购、报废、处置等安排提供辅助决策依据。

能够将车辆的台账信息进行全周期跟踪，只要是对车辆台账信息进行修改就会留下历史轨迹，方便查询和回溯到各个阶段的数据，防止恶意或误操作导致的车辆台账信息不准确。

2）保有量分析

汇总各单位车辆的保有量相关信息，并对各单位车辆保有量进行测算，能够将超标车辆进行筛选，对车辆购置计划和处置的申请及审批提供辅助决策依据。

3）车辆报废分析

根据车辆的使用率及行驶里程数、维修次数等相关信息测算出达到报废标准的车辆信息，筛选出可报废的车辆，为车辆报废的申请及审批提供辅助决策依据。

能够统计各单位车辆报废信息，为下一步车辆申请或车辆调度提供辅助决策依据。

4）车辆使用率分析

以行驶里程、使用次数为依据统计出车辆的使用程度，为车辆的报废及大修等模块起到辅助决策作用。为车辆调度及为上级审批车辆采购申请提供辅助决策依据。

5）车辆费用分析

对各单位及其下属部门车辆的油耗、维修费、过路过桥费等信息进行统计，以月度汇总车辆费用报表，便于管理者控制车辆运行费用，节约成本，减少开支。

能够依据层级关系对下级单位按月统计车辆各项费用开支，使上级单位能够对下级车辆运行费用进行掌控管理。

6）车辆采购分析

对车辆采购（租赁）信息进行统计分析，以车辆采购（租赁）的时间、数量、品牌型

号、排量、供货商、安全质量评价、售后服务满意度等信息为维度进行分析，并将新增购置、处置车辆数据按年份各单位进行展示，方便为各单位在车辆采购（租赁）时提供有效的数据支撑，把控车辆数目，为下一阶段车辆采购提供数据支撑。

8. 与ERP（财务、物资）系统集成

统一车辆管理平台与ERP系统集成，主要涉及两个方面：一是车辆台账管理集成，二是车辆成本费用集成。通过ERP系统提供的接口，将车辆前期的采购信息、中期的台账资料、价值信息、运行中产生的成本费用，及后期的车辆申请报废流程关联，实现车辆从采购、运行、成本、报废的整个生命周期过程与ERP同步交互，确保数据的一致性及准确性。

9. 与非结构化数据平台集成

统一车辆管理平台利用非结构化数据管理平台的大量文件档案、规章制度、工程图纸、合同票据、电子邮件、统计报表等各类非结构化数据的集约化管理，实现将统一车辆管理平台的企业车辆管理制度、车辆成本凭证、车辆照片等涉及车辆管理的重要资料进行存储。

10. 与短信平台集成

统一车辆管理平台通过短息平台，将用车申请、审批、调度等车辆业务流程中的信息发送到相关人员的手机中，也可以将车辆年检、车辆保险、驾照年审等提醒信息发送到车辆管理人员的手机中，让相关人员及时处理相关事宜。

11. 与生产管理系统（PMS）集成

通过统一车辆管理平台和生产管理系统（PMS）的有效集成，对电力生产车辆进行有效管控，实现生产车辆的台账管理、调派管理、生产巡视作业、应急抢修等，为提高电网安全生产提供保障。

12. 与规划计划管理系统集成

规划计划管理系统是用于项目储备、物资采购计划申报的管理系统，统一车辆管理平台通过与规划计划系统的集成，规范计划上报，实现车辆购置的闭环管理。

在统一车辆管理平台中，由各单位填写车辆购置需求并进行相应的环节审批。审批通过后，上报购置计划至规划计划管理系统，购置计划审批后，将审批结果信息反馈至统一车辆管理平台，物资部门以统一车辆管理平台的购置需求为凭证进行招标投标工作，对车辆购置工作进行监管。

13. 与企业门户及统一权限系统集成

统一车辆管理平台与企业门户及统一权限系统集成，按照统一权限进行登录管理。

企业门户是国网公司统一门户页面，统一车辆管理平台与企业门户集成，便于用户登

录，并进行组织机构、人员账号、权限分配等集成管理。

14. 与电网GIS地理信息服务平台集成

统一车辆管理平台通过调用电网GIS地理信息服务平台提供的各类空间信息服务（图形服务、空间分析服务等）来实现相关业务应用，实现车辆实时定位、跟踪等位置管理，并进行图形化的展现；实现对超速、违规用车、公车私用等情况的告警等。

15. 与人资管控系统集成

人资管控系统为统一车辆管理平台提供人员编制信息，平台与其进行数据集成，为车辆保有量信息的统计进行支撑。

16. 与后勤系统集成

通过统一车辆管理平台与后勤系统的集成，实现后勤系统与统一车辆管理平台在公务车辆方面数据的有效共享。统一车辆平台为后勤系统提供车辆的台账、运行、费用和预警等详细信息，实现业务数据的互通互联。

17. 与营销GIS应用集成

统一车辆管理平台与营销GIS应用集成，为营销GIS应用提供抢修车辆的基础台账及定位信息，辅助营销GIS应用开展故障的研判及车辆的调度。

18. 与协同办公系统集成

统一车辆管理平台与协同办公系统通过界面集成方式，在协同办公系统中提供用车申请及审批的页面链接，通过单点登入验证后，进入统一车辆管理平台，实现车辆的申请、审批等操作。同时统一车辆管理平台将派车信息推送到协同办公系统，方便用车人员查询派车信息。

19. 与海量平台集成

作为大数据量的存储平台，海量平台提供了大数据存储接口。统一车辆管理平台与海量平台集成，将车辆历史运行轨迹数据存储于海量平台，并可通过海量平台的接口读取数据。

9.3　统一智能车联网数据管理平台工程案例分析

本节主要介绍统一智能车联网数据管理平台的总体架构、统一智能车联网数据管理平台的集成设计、统一智能车联网数据管理平台的研发模型、统一智能车联网数据管理平台的安全方案。

9.3.1 统一智能车联网数据管理平台的总体架构

1. 建设目标与主要功能

在公司SG-ERP体系的总体框架下，依托公司强大的网络信息平台，结合各单位在车辆管理体系信息化、网络化上所取得初步成果的基础上，充分运用现代信息、网络技术，搭建起统一的公司统一车辆管理平台。将车辆管理过程中涉及的资源管控、运行管理、安全监控、辅助决策分析等业务纳入信息化系统中，提高车辆管理水平，加强车辆安全监管，提高工作的质量和效率。建设适合国家电网公司车辆管理特点，满足国家电网公司车辆管理业务和发展需要，具有先进水平及高度可靠性、可用性和开放性的统一智能车联网数据管理平台。

统一车辆管理平台包括车辆资源管理、车辆运行管理、实时监控管理、预警提醒管理、车辆成本管理、对比排名管理、决策分析管理七大业务模块，与生产管理系统（PMS）、规划计划管理系统、企业门户及统一权限、ERP（财务、物资）、后勤管理信息系统、海量平台、电网GIS地理信息服务平台、集体企业业务应用平台等进行系统集成。利用通信平台与车载终端进行交互，实现车载终端数据采集。

2. 业务架构

根据总部体系建设方案，建立总部车辆决策和管控、省公司车辆管理和实施、地（市）县公司具体执行和监管的一体化体系，实现对车辆管理全覆盖、运行全过程、安全全监控的车辆生命全周期管理要求，梳理统一车辆管理平台的业务架构如图9-3所示。

资源管理	车辆台账	车辆购置	车辆处置	驾驶员信息	
	保有量测算	车辆报废	日常规范	供应商信息	
运行管理	车辆使用申请	可视化调度	维修、保养	区域辅助调度	违章、事故
实时监控	跟踪定位	历史轨迹	运行状态	地图操作	
预警提醒	车辆违规预警	车辆超速预警	驾驶证年审提醒	年检提醒	
	保险提醒	保养提醒	疲劳驾驶预警		
成本管理	单车成本核算	车辆油费	事故、违章费用	年检、保险费用	
	维修、保养费用	路桥费用	车装、车饰费用	其他费用	
对比排名	车辆事故排名	驾驶员绩效排名	车辆违章排名	车辆成本排名	
	车辆违规排名				
决策分析	车辆台账分析	保有量分析	车辆报废分析	车辆采购分析	
	车辆使用率分析	车辆费用分析			

图9-3 统一车辆管理平台业务架构

相关各单位部门核心的业务需保持一致，并根据实际情况对各单位个性化需求进行归纳和分析，将其中共性的部分纳入信息化平台中，以支撑平台顺利、有效地运行。

核心的业务项目如下。

1）资源管理

包括车辆台账、车辆购置、车辆处置、驾驶员信息、保有量测算、车辆报废、日常规范、供应商信息等内容。对于车辆资源的管理，涉及各层级多业务部门的综合性业务，将对后勤部、运检部、产业部提供明确的车辆采购、处置、报废的审批流程，并对协同配合的发策部、财务部、物资部等各部门提出明确的管理规范和要求。

2）成本管理

实现对用车过程中产生的油费、事故违章费、年检保险费、维修保养费、路桥费、车装车饰费等进行管理，并对单车成本进行核算，各层级后勤部、运检部、产业部对本级及下级车辆成本进行严格的控制工作。

3）运行管理

包括车辆派用管理、日常运行管理、维修保养管理、车辆调度管理、规章制度建设管理内容。其中车辆派用涉及所有申请用车部门，各级交通中心可对驾驶员信息及绩效、车辆日常保养等审批及提示日常事件进行整体管理工作。

4）实时监控

包括跟踪定位、历史轨迹回放、车辆状态展示等功能。基于地图，可按照单车或一组车辆进行实时查询定位，便于及时掌握车辆的行驶位置。实时记录车辆行驶的时间、坐标、时速、方向等信息，对车辆的行驶轨迹进行实时跟踪。利用车辆历史运行定位信息，对指定车辆任意时间段的轨迹运行情况进行回放和分析。

5）预警提醒

包括违规报警、超速报警、驾照年审提醒、车辆年检提醒、保险提醒、保养提醒、疲劳驾驶预警等。这些预警及提醒信息可自动以短信方式发送给车辆驾驶人员及车辆管理人员，进行提醒关注。

6）对比排名

对比排名覆盖车辆事故排名、车辆成本排名、车辆资源排名、驾驶员绩效排名等，由公司总部、省公司、地（市）县公司相关部门负责各层级及下级指标体系维护、评价体系管理、排名结果的发布工作。

7）决策分析

为各层级单位决策支持和战略规划提供坚实的信息基础，业务覆盖车辆保有量统计、报废筛选、使用率统计、成本分析、异常用车分析、运行事件统计等，由相关各部负责指标体系维护、车辆管理制度修订、统计分析、信息发布。

3. 应用架构

平台为1.5级部署，统一管理，横向集成各个内部系统，其中涉及众多数据调取工

作，需要开发多个集成接口。

由于是全网应用，但是各个地方的车辆管理的制度流程各不相同，因此平台需要将流程设置为可配置的，能够最大限度地兼容各个地方的车辆管理制度。

在系统业务架构的基础上抽取应用模块和应用组件，其应用架构如图9-4所示。

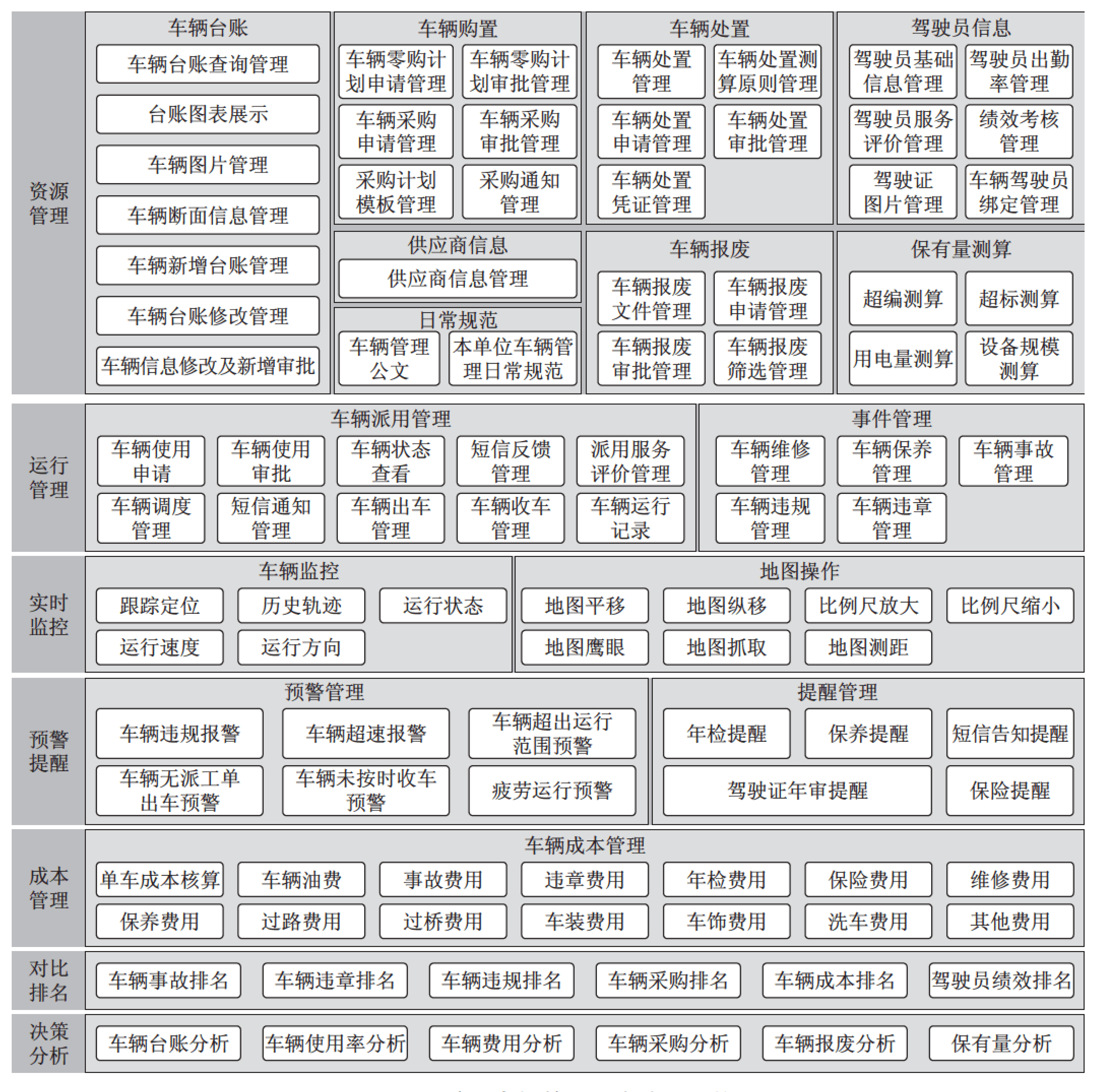


图9-4 统一车辆管理平台应用架构

4. 数据架构

1）数据交互

对统一车辆管理平台的三大业务体系进一步细化，与其他业务系统的具体数据交互如图9-5所示。

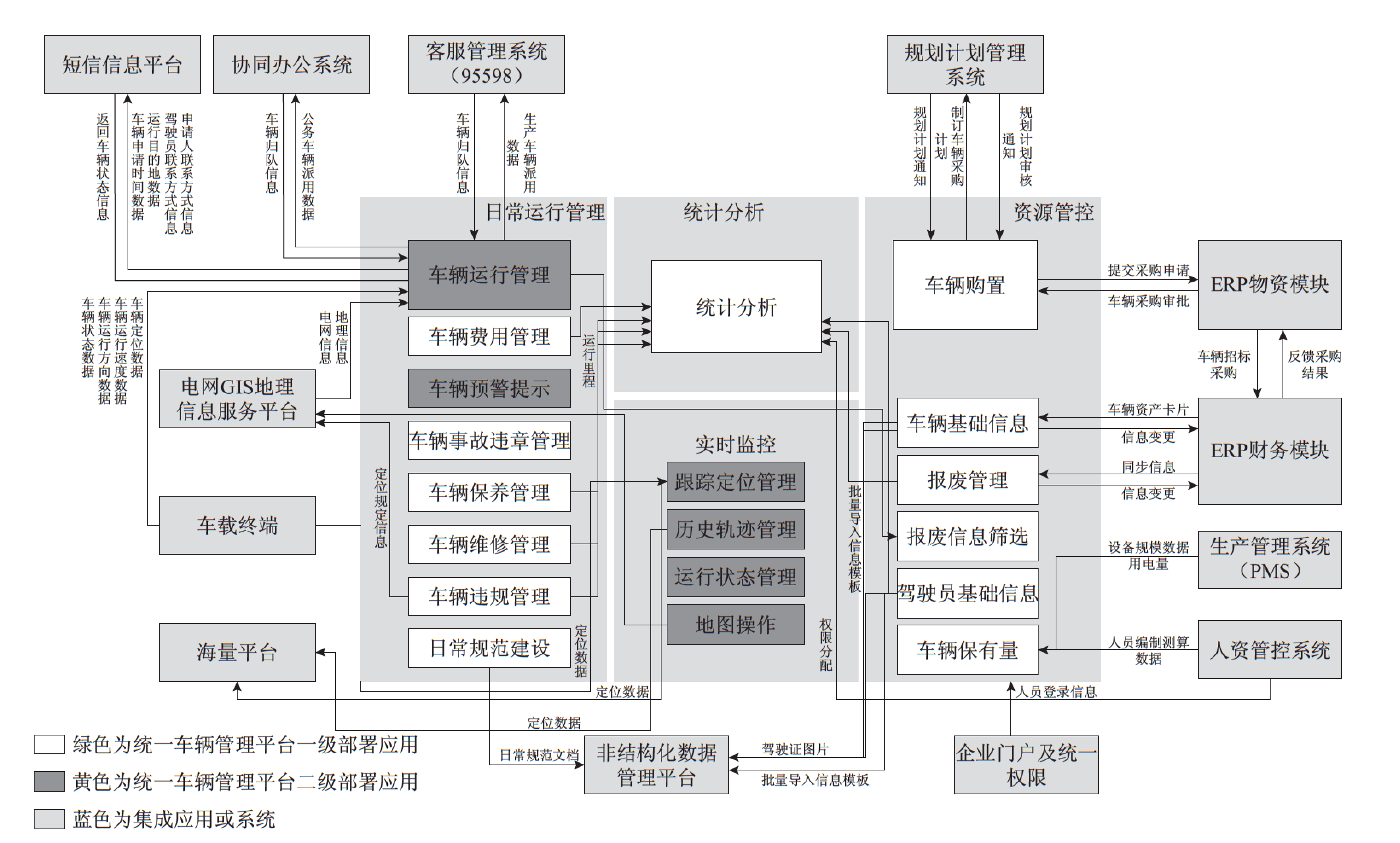


图9-5　统一车辆管理平台数据流向图

2）数据分类

根据数据的技术特性和用途，可以对统一车辆管理平台的相关数据进行分类，如图9-6所示。

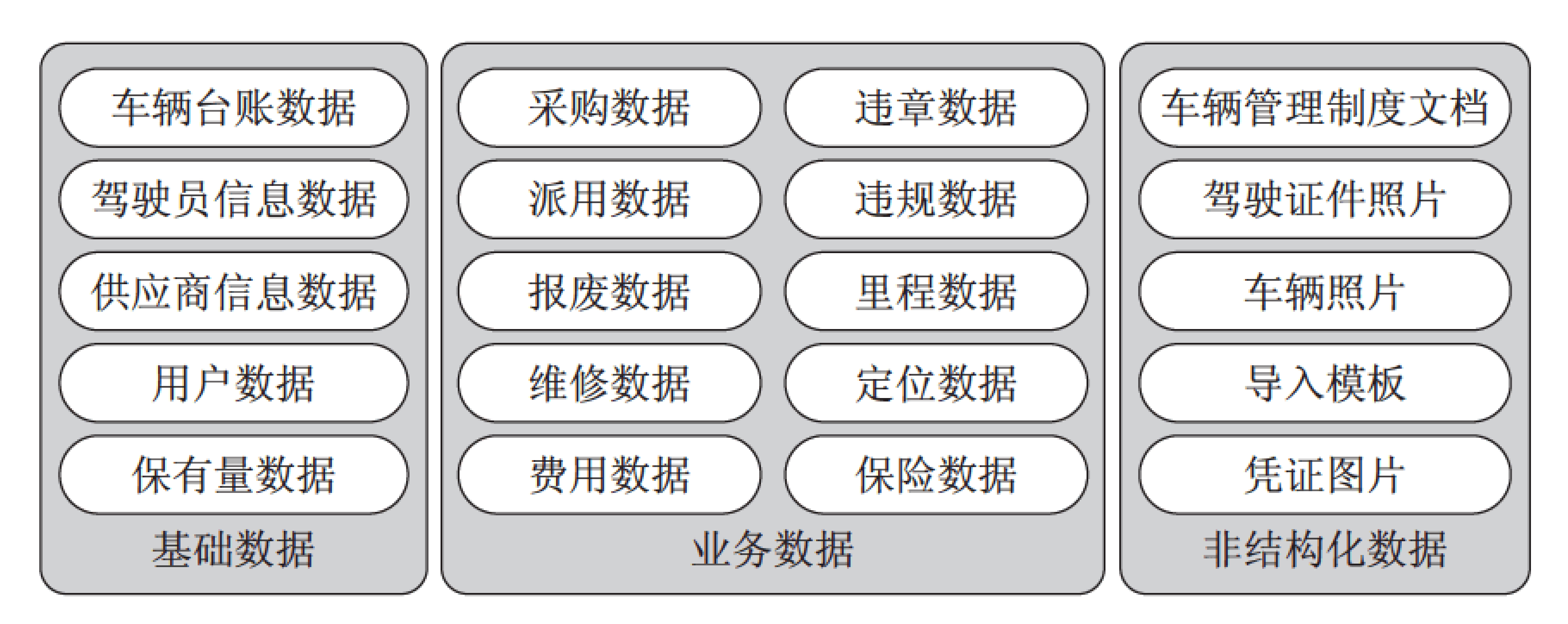


图9-6　统一车辆管理平台数据分类图

3）基础数据

主要包含基本台账信息，包括车辆台账信息、驾驶员信息、供应商信息、用户数据、保有量数据。

（1）业务数据。

主要包含车辆管理中的业务数据，主要包括采购数据、派用数据、报废数据、维修数据、保养数据、费用数据、里程数据、定位数据、违规数据、保险数据、里程数据。

（2）非结构化数据。

主要包含车辆管理制度文档、驾驶证照片、车辆照片、导入模板、凭证图片。

5. 技术框架

统一车辆管理平台遵循符合Java EE规范的多层分布应用模式，采用组件化、动态化的软件技术，利用一致的可共享的数据模型，按照数据资源层、业务逻辑层、业务服务层和展现层，实现多层技术体系设计，通过企业服务总线、数据交换平台、数据中心以及目录、身份统一认证的多种集成方式，实现车辆管理平台界面集成、数据集成和应用集成，以满足全公司范围内各种应用需求，以及纵向贯通、横向集成的信息交互要求，统一车辆管理平台的总体技术架构。

统一车辆管理平台从总体技术架构上可以分为展现层、应用服务层、业务逻辑层、数据层、SG-UAP层、安全服务以及单独的车载终端模块。

1）展现层

主要包括用于表现Web页面的HTML、FLEX、JSP，以及用作前端数据交互的AAX/JSON框架。

2）应用服务层

包括SG-UAP提供的通用服务组件（如日志记录、异常处理、缓存、消息传递、会话

2）数据分类

根据数据的技术特性和用途，可以对统一车辆管理平台的相关数据进行分类，如图9-6所示。

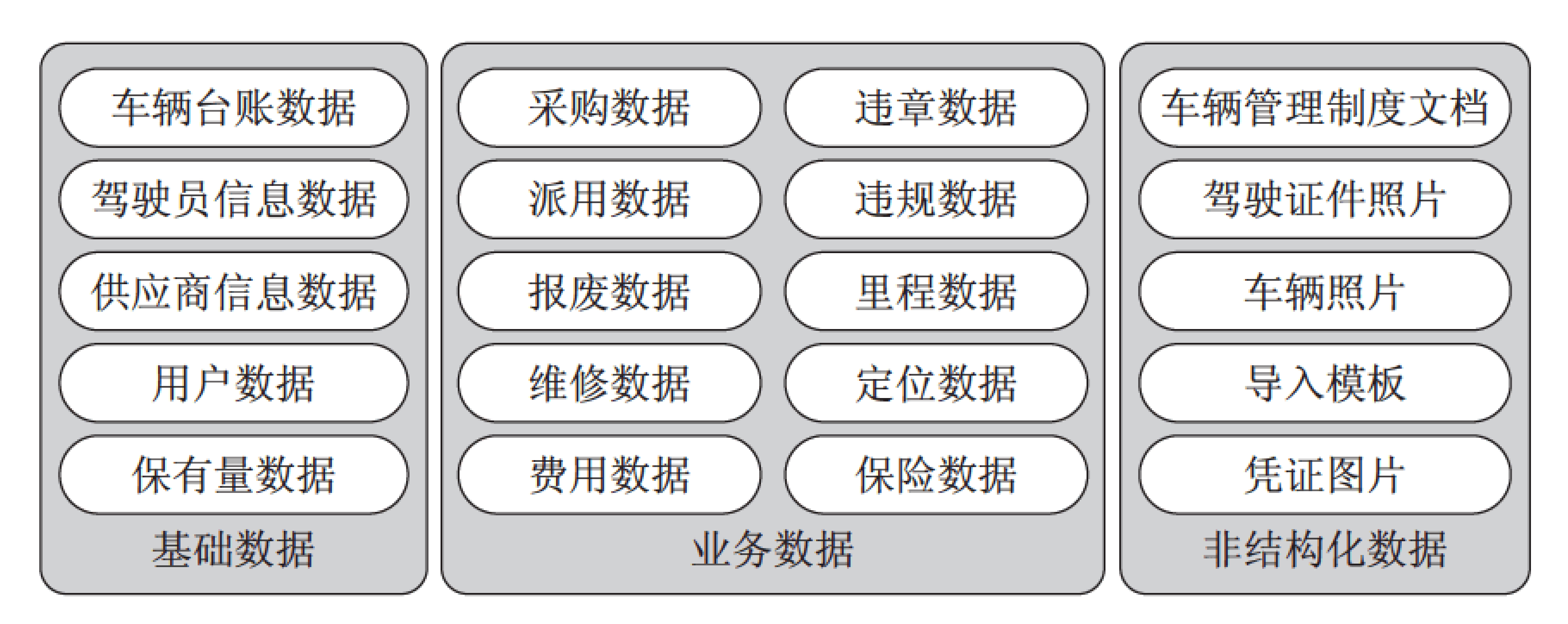


图9-6 统一车辆管理平台数据分类图

3）基础数据

主要包含基本台账信息，包括车辆台账信息、驾驶员信息、供应商信息、用户数据、保有量数据。

（1）业务数据。

主要包含车辆管理中的业务数据，主要包括采购数据、派用数据、报废数据、维修数据、保养数据、费用数据、里程数据、定位数据、违规数据、保险数据、里程数据。

（2）非结构化数据。

主要包含车辆管理制度文档、驾驶证照片、车辆照片、导入模板、凭证图片。

5. 技术框架

统一车辆管理平台遵循符合Java EE规范的多层分布应用模式，采用组件化、动态化的软件技术，利用一致的可共享的数据模型，按照数据资源层、业务逻辑层、业务服务层和展现层，实现多层技术体系设计，通过企业服务总线、数据交换平台、数据中心以及目录、身份统一认证的多种集成方式，实现车辆管理平台界面集成、数据集成和应用集成，以满足全公司范围内各种应用需求，以及纵向贯通、横向集成的信息交互要求，统一车辆管理平台的总体技术架构。

统一车辆管理平台从总体技术架构上可以分为展现层、应用服务层、业务逻辑层、数据层、SG-UAP层、安全服务以及单独的车载终端模块。

1）展现层

主要包括用于表现Web页面的HTML、FLEX、JSP，以及用作前端数据交互的AAX/JSON框架。

2）应用服务层

包括SG-UAP提供的通用服务组件（如日志记录、异常处理、缓存、消息传递、会话

管理、国际化、资源配置、注解、任务调度等公共服务），还包括Web Service服务接入点集成与报表服务。

3）业务逻辑层

包括Web Logic应用服务中间件（作为业务容器）、SG-UAP中的BPM工作流（流程引擎与表单设计）及对象持久化。

4）数据层

存储所有结构化、非结构化及车载终端采集的准实时数据。

5）SG-UAP层

提供一套技术统一、架构柔性、性能高效、安全可靠的企业级信息系统基础框架和公共套件集。

6）安全服务

为SG-UAP提供统一的权限服务，包括身份认证与授权及加密，贯穿全部的技术层次。

7）车载终端

存储设备位置和运行等数据，通过无线通信技术将加密数据发送到信息外网网关，经过网关安全认证后通过安全接入平台，将解析后位置和运行数据发送到信息内网数据层。

6. 系统环境设计

1）硬件需求

统一车辆管理平台遵循国网SG-ERP/SG-EA架构管理体系，在技术架构的基础设施逻辑视图层面上。系统部署所需硬件主要包括数据库服务器、应用服务器、存储区域网络SAN、网络交换机、KVM切换器及容灾备份与恢复设备。在系统部署时，充分考虑应用的扩展性和稳定性，对关键设备均采用负载均衡、双机热备，为应用的发展建立充足的弹性空间与可靠的性能保障。

2）数据库服务器设备

同目录服务器一样，数据库服务器也采用多台小型机服务器共享冗余磁盘阵列，CPU主频≥3.2GHz，4～8核，内存≥32GB（可扩展至64GB）。使用SAN存储结构，通过Cluster集群软件构成高可用性的集群系统。其中单台服务器配置2块HBA光纤网卡，用于冗余连接SAN存储。配置三块双口千兆网卡，两块用于连接两台接入层网络交换机，一块用于连接集群心跳网络。

3）应用服务器设备

由于统一车辆管理平台采用1.5级部署的方式，权限逻辑处理复杂，权限计算繁多，其需求以高性能、高可靠为出发点，采用多台小型机服务器，每台小机配置CPU主频≥3.2GHz，4～8核，内存≥32GB（可扩展至64GB）。每台服务器配置2块HBA光纤网卡，通过Cluster集群软件构成高可用性的中间件集群系统。

4）存储区域网络SAN

采用业内品牌厂商的光纤通道交换机和光纤网卡，如EMC、HDS或DELL。在每个网省、分部或直属单位，配备两部级联的核心级光纤交换机与多个工作组级光纤交换机。

5）KVM切换器

可采用第三代数字KVM，以解决机房的大规模、服务器种类多及手动管理不便的问题。推荐产品为FK-108BA数字网口KVM、海康EV-3216及RETON 2008C。

6）容灾备份设备

按照《重要信息系统灾难恢复指南》及《信息系统灾难恢复规范》的要求，以及基于平台的1.5级部署方式，统一车辆管理平台将采用第5级灾备方案（即实时数据传输及完整设备支持的容灾备份方案）和“同城一异地灾备”的模式。

7. 系统部署

统一车辆管理平台采用1.5级部署架构。统一车辆管理平台的资源管理、成本管理、对比排名、决策分析数据及应用采用一级部署的方式，部署在国网总部；运行管理、实时监控、预警提醒采用二级部署的方式，部署在国网总部及省市公司。主要考虑如下因素。

- 将生产服务用车日常监督工作纳入国网统一车辆管理平台，车辆管理平台范围覆盖至公司全口径，并为保障车载定位的实时性，建议国网车辆管理平台的实时监控管理模块采用二级部署。
- 为加强车辆信息化管理，充分利用电网GIS地理信息服务平台提供的基础地理数据和电网资源数据，车辆管理平台需与电网GIS地理信息服务平台进行深度集成，实现总部能够随时对各单位生产服务用车的实时定位、跟踪和监督等管理，需要国网车辆管理平台实时监控管理模块采用二级部署。
- 统一车辆管理平台与短信信息平台集成，短信信息平台费用目前有各省市承担，需要国网车辆管理平台车辆运行管理模块采用二级部署。
- 采用一级部署需要承载16万辆车的数据采集的压力，采用二级部署可很大程度上分散采集压力，减少数据延迟，降低差错率，需要国网车辆管理平台实时监控管理模块采用二级部署。
- 车载智能终端SIM卡按流量计费，国网车辆管理平台实时监控管理模块二级部署的方式可以分担总部投资压力。
- 所需集成的系统，如企业门户及统一权限、生产管理系统（PMS）、ERP（财务、物资）、电网GIS地理信息服务平台、短信信息平台等均采用二级部署方式，为了在技术上能更加无缝地与如上系统对接，需实时监控管理、车辆运行管理、预警提醒管理等模块采用二级部署。

9.3.2 统一智能车联网数据管理平台的集成设计

1. 总体集成

统一车辆管理平台集成关系主要包括内部子系统之间集成关系、统一车辆管理平台与外部系统间集成关系，外部系统主要涉及客服管理系统（95598）、生产管理系统（PMS）、规划计划管理系统、企业门户统一权限、ERP（财务、物资）、非结构化数据管理平台、电网GIS地理信息服务平台、短信信息平台、人资管控系统、协同办公、后勤系统、海量平台、一级部署业务系统和二级部署业务系统。

统一车辆管理平台在公司信息化总体架构中的定位为：在公司基础平台之上、各集成业务系统之下，如图9-7所示。

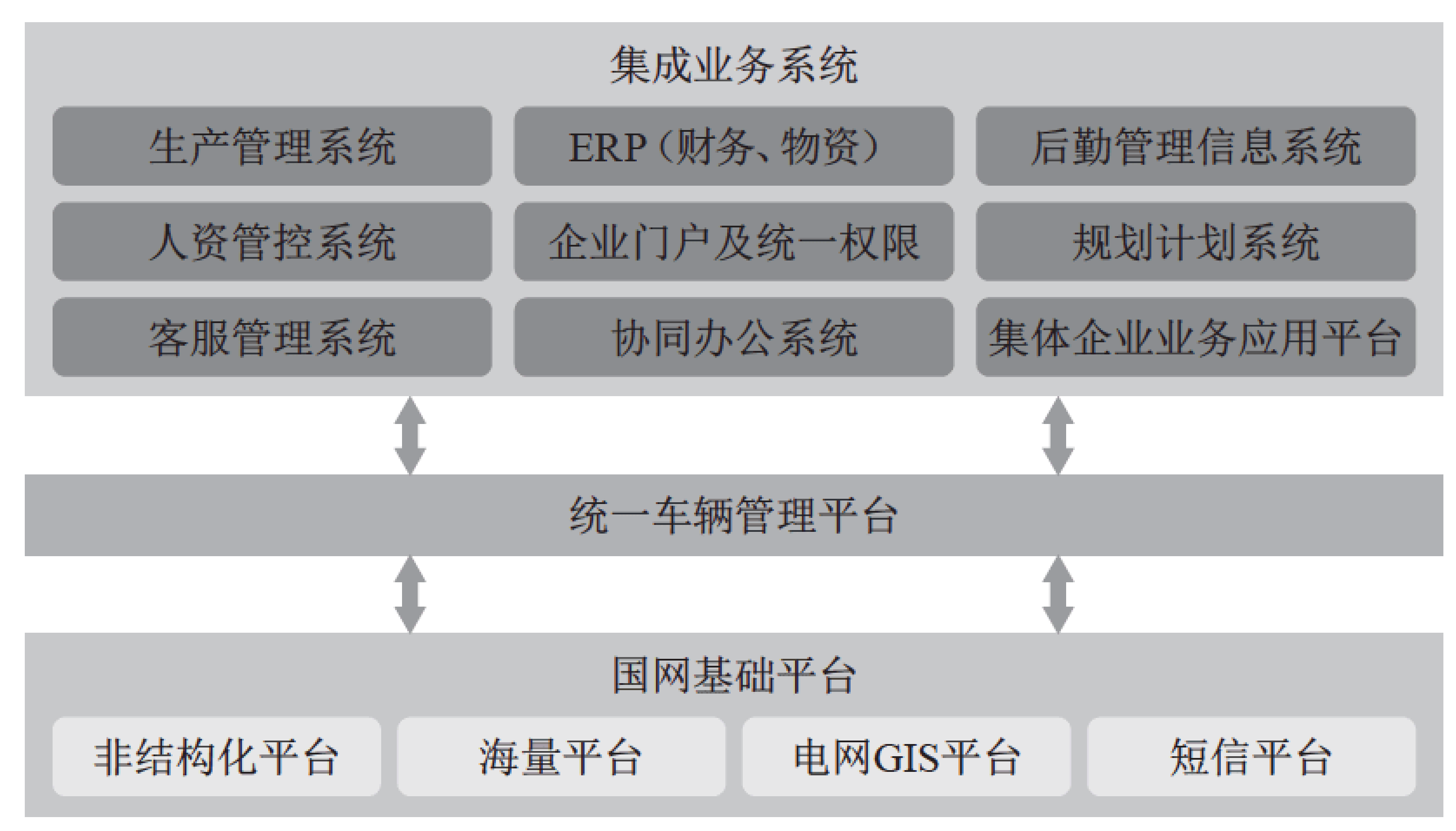


图9-7 统一车辆管理平台总体定位

平台横向覆盖车辆管理全业务、全过程，纵向贯穿总部、分部和省（直辖市）公司及直属单位、地市（县）公司及下属单位，通过构建车辆管理资源池（公务车辆、生产服务车辆），对外提供公共服务接口，满足公司总部财务部、运检部、物资部、后勤部、产业部、监察部，以及省、市、县公司分业务维度、分层级的管理要求，形成集公务用车、生产服务用车管理为一体的综合服务应用。

各系统间集成实现技术包括界面集成、数据集成、应用集成三种方式。对于需集中展现相关业务系统的功能页面，且不影响原业务系统业务操作，同时避免用户登录不同系统时频繁切换页面的情况，可采用界面集成的方式实现；对于系统间数据共享涉及大规模数据传输、转移的情况，可通过数据集成的方式实现；对于系统间信息交互及数据共享涉及少量准实时数据传输、消息传输，可通过应用集成方式实现。

在电网企业生产、经营过程中迫切需要知道电力公务车辆、生产车辆的台账建档、运行成本、报废等运行状态和状况、另外获取车辆位置信息可以及时了解抢修车辆位置信息，对提高生产抢修服务提供技术支撑；通过车辆位置信息可以对车辆进行监控，防止公车私用，加强公车监管，维护企业形象。

结合电网企业经营和生产实际情况，统一车辆管理平台与电网GIS地理服务平台、ERP（财务、物资）、生产管理系统（PMS）、规划计划管理系统、企业门户及统一权限、非结构化数据管理平台、客服管理系统（95598）等系统进行横向数据接入与功能集成，涵盖电网生产、客服、ERP（财务、物资）、协同办公、物流仓储与配送、应急指挥与配网抢修、规划计划等电网企业绝大部分业务。

车辆成本类型多、数据量大、维护成本高，与提供车辆成本、安全公共服务平台集成可以减少人工成本、确保数据准确及时，同时可以防止违规操作事件发生，实现数据的高效集成。

系统集成从数据分析维度多角度，数据信息高集成共享，实现统一车辆管理平台在电力系统的多角度、全方面应用，实现车辆运行服务平台高效集成，成本全过程管控。

2. 与电网GIS地理信息服务平台集成

通过搭载车载导航设备，与电网GIS地理信息服务平台进行深度集成，充分利用电网GIS地理信息服务平台提供的全国导航数据以及地图展现和导航功能，实现对车辆的实时定位、跟踪等位置管理，实时管理车辆的运行速度、行驶里程、车辆位置，并进行图形化展现；实现对超速、违规用车、公车私用等情况的告警等。同时，电网GIS地理信息服务平台的移动GIS功能可部署到车载导航仪、车载终端，可实现车载导航和提示，大大提高了车辆驾驶的便利性。

统一车辆管理平台与电网GIS地理信息服务平台的业务应用集成主要指：统一车辆管理平台通过调用电网GIS地理信息服务平台提供的各类空间信息服务（图形服务、空间分析服务等）来实现相关业务应用。业务应用服务集成采用GIS典型应用框架结合服务集成的方式，即GIS平台不仅提供服务，还提供一个GIS典型应用框架，将大多数电网GIS地理信息服务平台集成应用功能封装起来，统一车辆管理平台通过调用该GIS典型应用框架，即可完成大多数应用集成功能；对于GIS典型应用框架尚未提供的集成功能，通过直接调用电网GIS地理信息服务平台服务来实现应用集成。

统一车辆管理平台通过JavaScript脚本引用GIS典型应用框架，将GIS典型应用框架嵌入到统一车辆管理平台页面中。一方面，可以直接使用典型应用框架的功能及接口；另一方面，可通过对GIS典型应用框架进行功能接口扩展，实现统一车辆管理平台特有的业务应用集成。

相关的集成接口设计如下。

1）图形浏览及操作

提供地图的漫游、放大、缩小、拉框缩放等基础功能。

2）几何查询

提供几何查询的类型和是否显示结果来进行几何查询和结果展示。

3）测量功能

提供通过打开测量功能窗口，执行测量长度、面积和角度的功能。

4）车辆定位

提供通过车辆信息，定位正常车辆及告警车辆在地图上的位置功能。

5）车辆实时跟踪

提供车辆实时跟踪功能，并在地图上实时刷新轨迹，可通过视频展示车辆实时信息，并包括暂停跟踪、关闭跟踪等功能。

6）车辆轨迹回放

提供通过车辆的行驶信息，回放车辆在地图上的行驶线路功能。

7）取消车辆轨迹回放

提供取消车辆轨迹回放功能，删除地图上显示的车辆及轨迹。

8）车辆状态统计

提供图形化的车辆状态显示功能，在地图上标识每辆车当前的状态。

9）车辆告警

对超速车辆进行告警提示，包括超速告警、未派工单告警、入库告警等信息。

10）最短路径分析

提供分析两点间最近的道路功能。

3. 与ERP（财务、物资）集成

统一车辆管理平台作为公司专业车辆管理系统，全面管理车辆基础台账相关信息，包括车辆基础信息、车辆专业管理信息、车辆驾驶员信息、车辆成本信息。

ERP财务模块作为设备资产台账管理系统，承接资产管理必需的车辆基础信息。

1）平台与ERP财务模块集成

（1）与车辆基础台账管理集成。

通过接口将ERP系统中车辆采购信息（采购对应项目、采购订单信息、到货车辆信息）同步到统一车辆管理平台，作为统一车辆管理平台的专业台账创建依据。

（2）与ERP车辆资产台账管理集成。

通过接口将统一车辆管理平台台账中的基本信息（车辆归属单位、车辆识别代码等车辆主数据信息），实时同步传输到ERP系统，作为车辆价值管理基础数据。

通过接口传输设备状态标识衔接车辆报废流程，统一车辆管理平台将车辆状态置为待报废，传递到ERP系统。根据状态标示，相关实物管理人员发起车辆资产报废流程，审批后财务做完账务处理后，系统自动将设备状态设置为报废，ERP系统将报废状态传回统一车辆管理平台，完成统一车辆管理平台中的报废流程。

（3）与专业台账管理集成。

通过接口数据将ERP系统中车辆基础价值信息集成到统一车辆管理平台中专业信息，实现专业管理与价值管理统一链。

2）车辆成本管理集成

（1）成本费用统计分析。

通过统一车辆管理平台录入成本信息，包括车辆维修费、车辆加油费、过路过桥费、保险费等信息。通过ERP系统的财务管理得到各单位的车辆成本账务数据，在统一车辆管理平台中再比较各单位数据完成率，为确保统一车辆管理平台的数据录入的完整性和准确性提供依据。

（2）成本管控优点。

通过系统间数据集成实践车辆维修、加油、过路过桥、保险等费用在统一车辆管理平台录入，和ERP报账情况进行合理比较后，实现不同管理流程的紧密衔接。

平台的车辆运行业务作为车辆成本数据统一维护入口。满足统一车辆管理平台专业管理需求，将ERP车辆成本账务信息传递到平台中，在专业管理的同时，为车辆成本数据录入的准确性和完成率等提供数据参考。

4. 与生产管理系统（PMS）集成

统一车辆管理平台与电网生产工作结合，对电力生产车辆进行有效管控，实现生产车辆台账管理、调派管理、生产巡视作业、应急抢修等，对提高电网生产安全提供保障。

1）生产车辆管理

根据电网各单位生产工作实际情况，负责电网生产的部门为运检部，运检部负责电力生产车辆的管理。

2）安全生产保障

结合电网生产工作，包含作业巡检、抢修作业工作，进行生产车辆和抢修车辆调派，对车辆的是否到岗率进行考核。

5. 与规划计划管理系统集成

规划计划管理系统用于项目储备、物资采购计划申报的管理系统。国网公司本部的车辆主管部门无法获取各网省购置的车辆与上报的计划内容是否一致。通过与统一车辆管理平台集成实现了车辆购置的闭环管理，可以规范计划上报、实际购置车辆与上报内容一致。

在统一车辆管理平台中，由各单位填写车辆购置需求（车辆品牌、型号、排量、用途、数量、预算），上报规划计划管理系统，购置计划审批后，将审批结果信息反馈至车辆管理信息平台，物资部门以统一车辆管理平台的购置需求为凭证进行招标投标工作，对车辆购置工作进行监管。

6. 与企业门户及统一权限集成

统一车辆管理平台可以与企业门户及统一权限系统相结合，实现平台按照统一权限进行登录管理。

企业门户作为电网企业统一登录页面，统一车辆管理平台与企业门户集成，便于用户

登录，进行组织机构、人员账号、权限分配等集成管理。

7. 与非结构化数据管理平台集成

非结构化数据管理平台作为SG-ERP四大数据中心之一，最终目标为实现非结构化数据的集中存储、流转、利用及管理。对外提供公共服务及工具，满足公司各项业务对非结构化数据全生命周期的管理及利用需求，保证非结构化数据全方位的安全。

统一车辆管理平台与非结构化数据管理平台集成，利用非结构化数据管理平台的大量文件档案、规章制度、工程图纸、合同票据、电子邮件、统计报表等各类非结构化数据的集约化管理，实现将统一车辆管理平台的企业车辆管理制度、车辆成本凭证、统计报表等设计车辆管理的重要资料进行存储，既实现了资源的充分利用，又避免了繁重的数据迁移，节省了人力。

8. 与短信信息平台集成

统一车辆管理平台可以与短信信息平台集成，将车辆派车信息、日常安全学习内容、恶劣天气、待办事项等信息发送到用车人员、驾驶员、车辆管理员。

9. 与人资管控系统集成

人资管控系统为平台提供人员编制信息，平台与其进行数据集成，为车辆保有量信息的统计进行支撑。

10. 系统集成设计

1）界面集成

统一车辆管理平台与企业门户及统一权限集成，用户通过门户实现单点登录；通过界面集成技术实现统一车辆管理平台集成电网GIS地理信息服务平台等信息系统的相关操作页面，获取相关的地图信息；总部统一车辆管理平台与一级部署系统（规划计划系统等系统）进行界面集成，实现综合计划类等指标的穿透查询；总部统一车辆管理平台与二级部署系统（ERP、95598、PMS等系统）进行界面集成，实现对总部的资源类、客服类、生产类等指标的穿透查询；省（市）公司统一车辆管理平台与二级部署系统（ERP、PMS等系统）进行界面集成，实现对资源类、客服类、生产类等指标的穿透查询；通过目录两级目录级联认证技术实现总部统一车辆管理平台与省（市）公司二级部署系统的穿透查询；通过目录反向级联认证实现省（市）公司工作台对一级部署系统穿透查询。

统一车辆管理平台通过在系统界面的iFrame框架中嵌入相关系统URL链接进行直接集成。

2）数据集成

目前，公司在总部及各省（市）公司已建成数据中心，因此统一车辆管理平台内部子系统之间、统一车辆管理平台和外部业务系统之间的数据集成主要通过ESB或数据复制方

式实现总部和省（市）两级统一车辆管理平台之间、两级数据中心之间的数据集成，同时部分子系统可直接读取数据中心中相关数据。

数据复制是一种基于日志的结构化数据复制技术，它通过解析源数据库在线日志或归档日志获得数据的增删改变化，再将这些变化应用到目标数据库，实现源数据库与目标数据库同步。数据复制技术可以在异构的IT基础结构间实现大量数据亚秒级的实时复制。

根据统一车辆管理平台数据需求来源，分析信息支撑系统数据存储区域各部分之间以及总部或省（市）公司层面业务数据流转与信息支撑系统之间、总部业务数据与省（市）公司业务数据流转与信息支撑系统之间的数据的流转关系，形成数据集成设计图。

总部或省（市）公司业务系统数据以ESB方式为主、数据访问方式为辅实现业务数据接入总部或省（市）公司数据中心，支撑信息支撑系统；针对ERP套装软件系统主要采用以数据推入BW后对外共享方式为主、ESB方式为辅的方式实现与外部系统集成；两级数据中心数据交互，含总部一级部署业务系统数据下发及省（市）公司业务数据上报，根据数据量采用ESB方式实现贯通。

3）应用集成

国家电网公司在SG186期间在公司总部及各省（市）公司搭建了应用集成平台，其核心组件即为企业服务总线。统一车辆管理平台通过企业服务总线实现各子系统间、与外部系统间、总部与省（市）两级应用间的应用集成。

总部/省（市）公司统一车辆管理平台通过调用协同办公系统注册在企业服务总线（ESB）上的接口服务，实现反馈任务执行结果的获取、任务状态查询、任务单的接受等功能；总部/省（市）公司统一车辆管理平台通过调用流程监控平台提供的API，实现流程监控信息及展示数据的获取，如总部能够调取下级单位具体的车辆的历史轨迹信息在地图上进行展示，但平时下级不用主动向上级发送定位信息，以减少通信通道的压力和总部服务器压力；省（市）公司统一车辆管理平台上报总部统一车辆管理平台的异动数据（实时）需要通过ESB技术方式实现；总部统一车辆管理平台通过ESB技术方式下发至省（市）公司工作台；数据资源管理工具通过API直接调用，实现统一车辆管理平台与数据资源管理工具的集成。

9.3.3 统一智能车联网数据管理平台的研发模型

1. 开发环境

1）集成开发环境

统一车辆管理平台以SG-UAP作为整体开发环境。SG-UAP提供应用系统开发的集成开发工具（IDE与平台SDK）、与业务系统松耦合的公共套件服务（以下简称公共服务）、业务系统运行的平台容器。SG-UAP是业务逻辑开发的主要工具，是对Eclipse的封装。SDK是平台开发包，主要包括各种可视化设计器、平台项目向导、平台库文件、测试

容器等与平台相关的开发工具包。SDK以插件形式安装到Eclipse中，提供基于平台的业务应用项目快速开发能力，如图9-8所示。

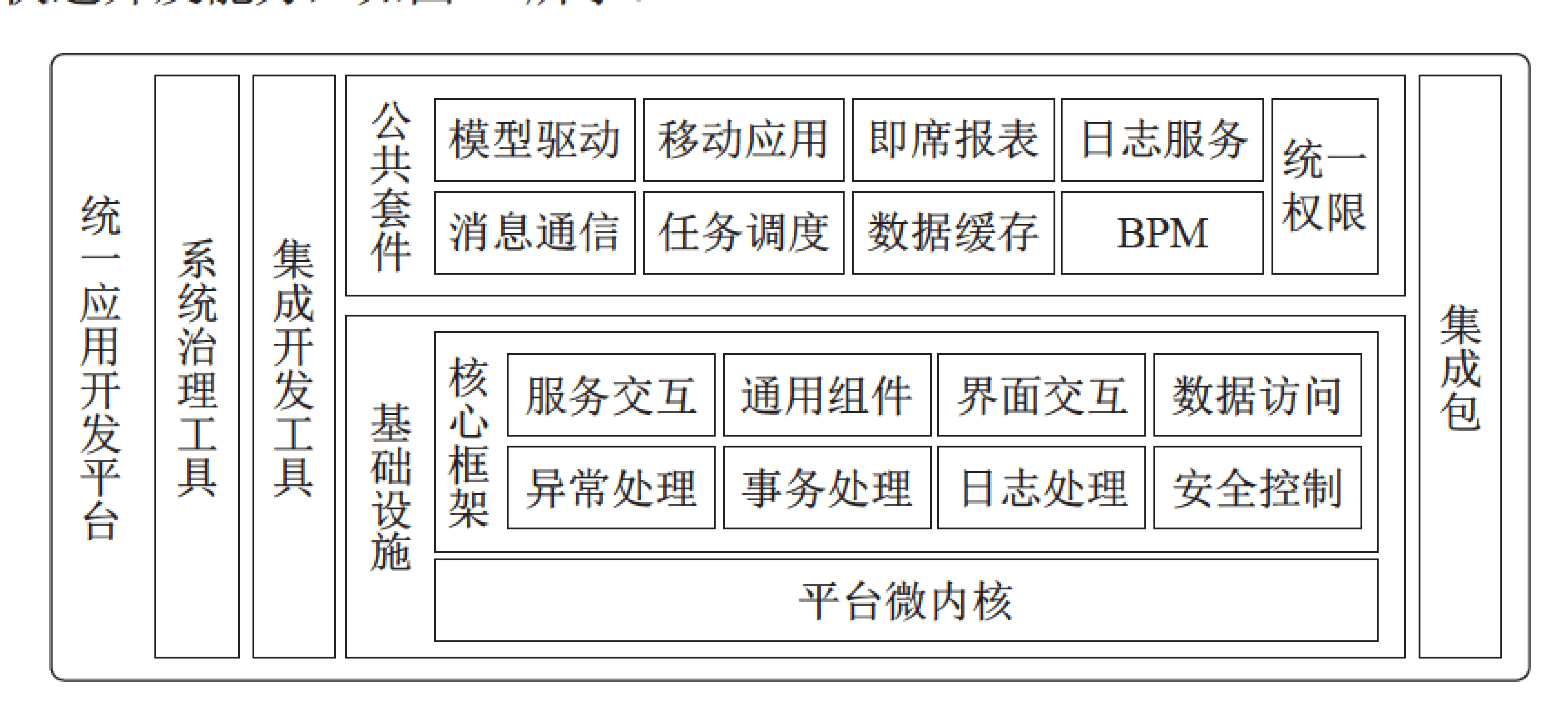


图9-8　开发集成环境

SG-UAP是集应用的设计、开发、调试和部署于一体的集成开发工具。在UAP中，以项目的形式组织了UAP应用开发的资源，提供相应的向导、视图和编辑器等工具，加上强大的自动生成代码和调试功能，使开发人员在开发过程中可视化地开发各种构件。UAP提供了专门服务于统一应用平台的可视化开发环境，所有的开发内容都可以方便快捷地通过UAP完成，而不需要使用其他开发工具，如图9-9所示。

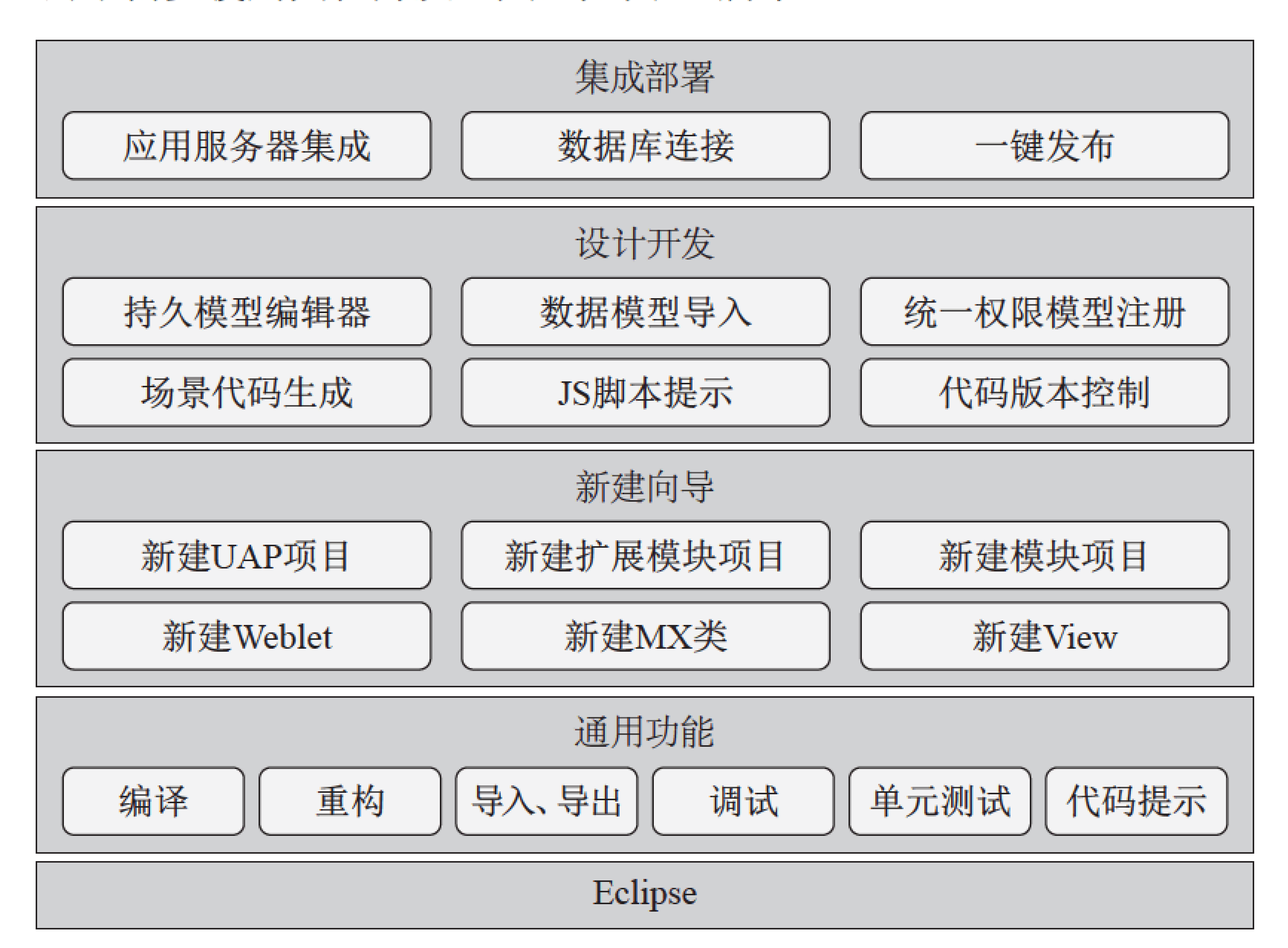


图9-9　开发工具

2）持续集成及构建环境

随着软件开发复杂度的不断提高，团队开发成员间如何更好地协同工作以确保软件开发的质量已经慢慢成为开发过程中不可回避的问题。尤其是近些年来，敏捷（Agile）在软件工程领域越来越红火，如何能在不断变化的需求中快速适应和保证软件的质量尤其重要。持续集成的原则如下。

- 需要版本控制软件保障团队成员提交的代码不会导致集成失败。常用的版本控制软件有 IBM Rational ClearCase、CVS、Subversion 等。
- 开发人员必须及时向版本控制库提交代码，也必须经常性地从版本控制库中更新代码到本地。
- 需要有专门的集成服务器来执行集成构建。根据项目的具体实际，集成构建可以被软件的修改来直接触发，也可以定时启动，如每半个小时构建一次。
- 必须保证构建的成功。如果构建失败，修复构建过程中的错误是优先级最高的工作。一旦修复，需要手动启动一次构建。

基于以上需求，Jenkins开源项目是最佳选择，Jenkins提供了一种易于使用的持续集成系统，使开发者从繁杂的集成中解脱出来，专注于更为重要的业务逻辑实现。同时Jenkins能实施监控集成中存在的错误，提供详细的日志文件和提醒功能，还能用图表的形式形象地展示项目构建的趋势和稳定性。

2. 协同设计与开发

协同设计开发是在传统CMM能力成熟度模型、IPD集成产品开发、Scrum敏捷开发过程、项目管理概念和设计方法研究成果的基础上，提出在产品或项目研发工作环境中，通过对复杂结构设计研发过程的重组、建模优化，建立协同设计开发流程，一系列的集成技术与工具，进行系统化的设计开发工作模式。

1）CMMI软件能力成熟度模型

软件能力成熟度模型集成（Capability Maturity Model Integration，CMMI）也可称为软件能力成熟度集成模型。其目的是帮助软件企业对软件工程过程进行管理和改进，增强开发与改进能力，从而能按时且不超预算地开发出高质量的软件。CMMI的本质就是过程的持续改进。因此，针对不同的企业、不同的业务，甚至是不同的项目，它都可以划定一系列的过程改善PA、改善目标Goal和最佳实践Practice，并在横向以PPQA，纵向以各种EPG、PAT小组来推动改善过程的执行和监督。

在CMMI的一般实践中，无须过多关注理论与众多的管理过程，而只需将有限的精力投入如下几个方面即可做到精简但有效的CMMI实践。

- 指定项目骨干成员为EPG组成员，并开展培训。
- EPG根据自己理解的CMMI和实际项目情况，开发出最精简的过程文档、流程图、模板、评审要素、作业指南与量化度量分析实践。

2）IPD集成产品开发

集成产品开发（Integrated Product Development，IPD）是一套产品开发的模式、理念与方法。最先将IPD付诸实践的是IBM公司，在IBM成功经验的影响下，国内外许多高科技公司采用了IPD模式，如波音和华为，都取得了很大的成功。IPD作为先进的产品开发理念，其核心思想概括如下。

- 新产品开发是一项投资决策，强调要对产品开发进行有效的投资组合分析，并在

开发过程设置检查点，通过阶段性评审来决定项目是继续、暂停、终止，还是改变方向。

- 基于市场的开发，强调产品创新一定是基于市场需求和竞争分析的创新。为此，IPD把正确定义产品概念、市场需求作为流程的第一步，开始就把事情做正确。
- 跨部门、跨系统的协同，采用跨部门的产品开发团队（Product Development Team，PDT），通过有效的沟通、协调以及决策，达到尽快将产品推向市场的目的。
- 异步开发模式，也称并行工程，就是通过严密的计划、准确的接口设计，把原来的许多后续活动提前进行，这样可以缩短产品的上市时间。
- 重用性，采用公用构建模块（Common Building Block，CBB）提高产品开发的效率。
- 结构化的流程，产品开发项目的相对不确定性，要求开发流程在非结构化与过于结构化之间找到平衡。

基于以上认识，国网统一车辆管理平台也完全是可以按照IPD的理念来开展的。如基于市场的开发、一异步开发模式、重用性以及结构化的流程。

3. 项目管理知识体系

目前业界先进的项目管理知识体系（Project Management Body Of Knowledge，PMBOK），是由项目管理协会（Project Management Institution，PMI）提出的，它包括5大类、9大知识领域与39个管理过程。

PMBOK把项目管理过程分为5类。

- 启动，成立项目组开始项目或进入项目的新阶段。启动是一种认可过程，用来正式认可一个新项目或新阶段的存在。
- 计划，定义和评估项目目标，选择实现项目目标的最佳策略，制订项目计划。
- 执行，调动资源，执行项目计划。
- 控制，监控和评估项目偏差，必要时采取纠正行动，保证项目计划的执行，实现项目目标。
- 结束，正式验收项目或阶段，使其按程序结束。

每个管理过程包括输入、输出、所需工具和技术。各个过程通过各自的输入和输出相互联系，构成整个项目管理活动。

九大知识领域分别是：项目集成管理、项目范围管理、项目时间管理、项目成本管理。项目质量管理、项目人力资源管理、项目沟通管理、项目风险管理、与项目采购管理。

统一车辆管理平台的开发过程也将遵循其PMBOK的知识体系，在如下方面加强管理。

1）在项目集成管理上

- 不同知识领域的活动项目相互关联和集成。
- 项目工作和组织的日常工作相互关联和集成。
- 项目管理活动和具体执行活动（如和产品、技术相关的活动）的相互关联和集成。
- 统一车辆管理平台与其他系统之间的相互关联和集成。

2）在项目质量管理上

- 质量计划，识别与项目相关的质量标准，并确定如何满足这些标准。
- 质量保证，定期评估项目整体绩效，以确信项目可以满足相关质量标准。
- 质量控制，监控特定的项目结果，确定它们是否遵循相关质量标准，并找出消除不满意绩效的途径。

3）在项目人力资源管理上

- 组织计划，识别、记录和分配项目角色、职责和汇报关系。
- 团队能力建设，提升项目成员的个人能力和项目组的整体能力。

4）在项目沟通管理上

- 沟通计划，确定信息和项目相关人员的沟通需求：谁需要什么信息、在何时需要信息以及如何向他们传递信息。
- 信息传播，及时地使项目相关人员得到需要的信息。

5）在项目风险管理上

- 确定风险管理活动，制定风险管理计划。
- 风险辨识，辨识可能影响项目目标的风险，并将每种风险的特征整理成文档。
- 定性风险分析，对已辨识出的风险评估其影响和发生可能性，并进行风险排序。
- 定量风险分析，对每种风险量化其对项目目标的影响和发生可能性，并据此得到整个项目风险的数量指标。
- 风险响应计划，风险相应措施包括避免、转移、减缓。
- 风险监控，整个风险管理过程的监控。

9.3.4 统一智能车联网数据管理平台的安全方案

1. 环境安全

统一车辆管理平台信息安全管理将纳入公司统一信息安全治理体系架构，在遵从公司信息安全标准规范体系的基础上，根据中心业务特点，在安全管理制度、安全管理机构、人员安全管理、系统建设管理和系统运维管理等方面进行扩充完善。

1）安全管理制度

在公司目前已有安全管理制度的基础上，遵从公司的整体信息安全管理流程进行安全管理制度的制定、评审、发布和修订，安全管理制度体系参照ISO 27001要求的水平进行

建设。

2）安全管理机构

根据公司信息安全治理体系的总体要求，建设完善的信息安全组织，落实相关岗位和人员配备，聘请信息安全专家作为常年安全顾问，指导信息安全建设，参与安全规划和安全评审。

3）人员安全管理

根据国网公司统一的信息安全要求，对内部人员、运维人员、建设人员等进行管理。在人员录用前进行背景审查并签署保密协议；在人员离岗时终止所有访问权限，并收回各种相关身份证件、钥匙以及公司提供的软硬件设备；定期对人员进行安全审查和技能考核；定期开展安全意识教育和培训；对外部人员访问受控区域应严格审查，并由专人全程陪同监督。

4）系统建设管理

以国家信息系统等级保护基本要求和电力行业信息安全要求为基础，对统一车辆管理平台正式进行等级保护定级；结合国网公司等级保护要求进行方案设计，对安全管理策略、安全技术框架进行完善修订；在方案论证审定后开展等级保护建设实施；在测试验收后通过等级保护备案和测评。

5）系统运维管理

根据信息安全管理要求，结合公司信息调度和“两级三线”运维体系，在统一车辆管理平台的运维管理过程中，落实等级保护对资产管理、设备管理、变更管理、安全事件处理等相关运维要求。

2. 物理安全

统一车辆管理平台物理安全包括机房和办公场所的安全，具体从物理位置选择、物理访问控制、防盗窃和防破坏、防雷击、防火、防水和防潮、防静电、温湿度控制、电力供应和电磁防护等几方面考虑。

1）物理位置的选择

机房应选择在具有防震、防风和防雨等能力的建筑内；机房场地应避免设在建筑物的高层或地下室，以及用水设备的下层或隔壁。

2）物理访问控制

机房应控制、审查和记录进入的人员；需进入机房时应经过申请、登记和审批，并由机房管理人员限制和监控其活动范围；重要区域配置视频监控、门禁系统，控制、鉴别和记录进入的人员。

3）防盗窃和防破坏

主要计算设备应放置在机房内；将设备或主要部件进行固定，并设置明显的不易除去的标记；通信线缆铺设在隐蔽处，可铺设在地下或管道中；相关介质应进行标识，存储在介质库或档案室中；利用光、电等技术设置防盗报警系统及监控报警系统。

4）防雷击

机房建筑应安装避雷装置；设置防雷保安器，防止感应雷；机房应设置交流电源地线。

5）防火

机房应安装火灾自动消防系统，自动检测火情、自动报警系统，及自动灭火；机房及相关的工作房间和辅助房应采用具有耐火等级的建筑材料；机房应采取区域隔离防火措施，将重要设备与其他设备隔离开。

6）防水和防潮

水管安装，不得穿过机房房顶和活动地板下；应采取措施防止雨水通过机房窗户、屋顶和墙壁渗透；应采取措施防止机房内水蒸气结露和地下积水的转移与渗透；应安装对水敏感的检测仪器或元件，对机房进行防水监测和报警。

7）防静电

主要设备应采用必要的接地防静电措施；机房应采用防静电地板。

8）温湿度控制

机房应设置温度、湿度自动调节设施，使机房温、湿度的变化在设备运行所允许的范围之内。

9）电力供应

应在机房供电线路上配置稳压器和过电压保护设备；应提供短期的备用电力供应，至少满足主要设备在断电情况下的正常运行要求；应设置冗余或并行的电力电缆线路为计算机系统供电；应建立备用供电系统。

10）电磁防护

应采用接地方式防止外界电磁干扰和设备寄生耦合干扰；电源线和通信线缆应隔离铺设，避免互相干扰；应对关键设备和磁介质实施电磁屏蔽。

3. 网络安全

车辆GPS终端通过GPRS网络实时将GPS信息和车辆运行状况回传本地服务器，由于GPRS网络处于公众网上，考虑网络信息安全，利用国网信息安全接入装置进行数据传输，确保数据安全。

按公司要求，公司内部使用系统原则上通过安全接入平台实现与外网的数据交互。考虑到安全接入平台的并发及目前已经有部分省市公司安装了车载监控终端，建议平台目前先使用安全隔离装置，两年内慢慢过渡改造使用安全接入平台。

信息安全接入平台网络结构如图9-10所示。

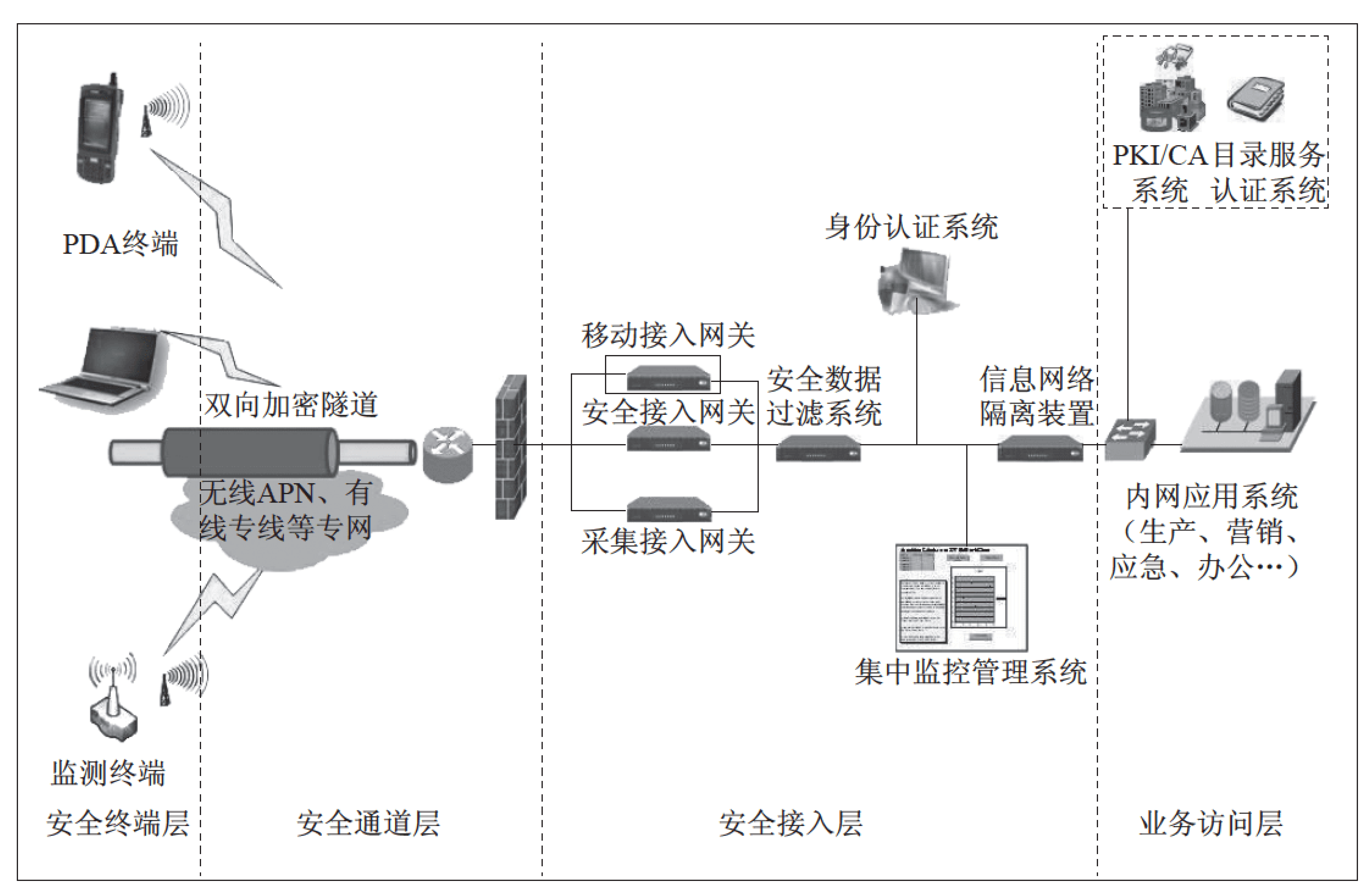


图9-10 信息安全接入平台网络结构

统一车辆管理平台网络安全从结构安全、访问控制、安全审计、边界完整性检查、入侵防范、恶意代码防范、网络设备防护和密码安全等方面进行考虑。

1）结构安全

为满足业务高峰期需求，主要网络设备的处理能力、带宽需要具备冗余空间；统一车辆管理平台核心服务器应划分独立的网段，并采用国网统一的隔离技术进行隔离；对于总部和省（市）两级统一车辆管理平台之间的带宽、统一车辆管理平台与其他核心应用系统之间的带宽分配较高优先级别，保证最小带宽。

2）访问控制

按照国网统一要求，与信息内网之间使用防火墙等逻辑访问控制设备进行访问控制，对于其他网络使用信息安全网络隔离装置进行访问控制；访问控制的应支持粒度至端口级的会话状态控制，支持对HTTP、TELNET等应用层协议命令级的控制，支持对最大流量数和网络连接数的控制；应采取技术手段防止地址欺骗；在用户和系统之间，设置至用户粒度的访问控制规则。

3）安全审计

应用IMS系统对网络中的网络设备的运行状态、网络流量、用户行为等进行记录，并根据记录进行分析，定期生成审计报表。

4）边界完整性检查

访问统一车辆管理平台的全部内网终端需要部署非法外连监测系统，对内网终端非法外连和外网终端私自接入内网的行为进行检测，并对其进行有效阻断。

5）入侵防范

通过网络入侵检测/网络入侵防护设备对端口扫描、暴力攻击、木马后门攻击、拒绝服务攻击、缓冲区溢出攻击等行为进行检测，在检测到攻击行为时进行记录和报警。

6）恶意代码防范

网络边界应用防病毒过滤网关对恶意代码进行过滤，及时更新恶意代码库和检测系统。

7）网络设备防护

对登录网络设备的用户进行身份鉴别，限制网络管理员登录地址；不同网络设备用户应使用不同的用户；对于核心网络设备应采用多因素身份鉴别技术进行身份鉴别，同时口令应满足一定复杂度要求并定期更换；系统应具备登录失败处理功能，在鉴别会话结束、登录连接超时后自动退出，限制非法登录尝试次数；网络远程管理应采取必要的安全措施防止鉴别信息在网络传输过程中被窃听；应实现设备特权用户的权限分离。

8）密码安全

边界、网络安全等关键网络设备的口令应满足复杂度要求，并定期修改密码；应对设备管理登录地址进行IP、MAC绑定限制。

4. 系统安全

统一车辆管理平台主机安全的范围包括服务器、终端/工作站等的操作系统和数据库系统，具体从操作系统安全加固、身份鉴别措施、制定用户安全策略、限制管理员权限使用、访问控制、第三方安全组件等多方面考虑。

在车载GPS终端安装过程中，安装人员要文明、规范地安装，不得损伤弄脏车辆。安装前要充分了解车辆结构，确定最佳安装方案。

（1）确认适合车载终端主机、GPS天线、断电继电器、防拆控制盒等设备的安装位置。除外挂的配件外，选择原则是隐蔽安装。车载终端应安装在一个平稳、防震、防水、隔热、隐蔽的地方。GPS天线在安装时应保证接收面朝上，水平倾斜度不得大于15°，天线上方不能有金属物遮挡或不易被人为用金属物遮挡的地方。

（2）标记离终端最近的电源线（直流12～24V）、点火开关线（ACC）等线的颜色和位置。

（3）各部件安装位置选定后开始布线。布线要整齐，尽量与车辆原有布线保持一致。线束必须全部用电工胶布密绕，避开高温区，防止线束受到一些活动部件挤压。GPS天线尽量做到完全隐蔽安装，以防被挂断或人为剪断。

在线路连接过程中，需要并接线操作时，要把原线用剥线钳拉开10～15mm的一段裸露线芯，再把拼接的线芯头，穿孔过线后缠上、拧紧；需要串接线操作时，把被接的两根线头各分为两股与对方绞接，再合接，以保证连接的牢固。车载终端与各配件连接，插接件要对准插好，各输出输入线需接牢。所有新开口裸露的连接线最后都缠上防水电工胶布，以免接头日久氧化腐蚀。

连接主机，再开备用电源。如果需要更换卡，按如下流程操作：关备用电源——拔主

机线束（断主电源）——换卡——接主机线束——开备用电源。

终端和各配件用高强度双面胶粘合，并用扎带拉紧固定，安装完毕后按原样复原车上所有装饰板和物件，清理车内安装留下的杂物，清洁车辆。

5. 业务应用安全

车载终端业务应用的安全，主要需要考虑存储安全、设备遗失等具备“移动”特性的终端安全性问题，以及安全可信接入、非法终端侵入等服务端安全性问题。

业务数据库存储在加密存储卡上，对于数据库中敏感数据（如用户表中的密码等）会采用加密算法对数据值进行加密。访问移动应用服务时，客户端通过安全接入平台提供的安全可信VPN网络连接服务端，而不是直接进行访问。安全可信接入可通过硬件特征、数字证书等实现强身份认证后的可信接入，建立双向加密通道，保证数据安全传输。同时通过完善的车载终端管理制度确保终端的物理安全。

在产品设计上，车载终端数据存储器采用无限次读写的“铁电”内存，掉电后数据保存10年以上，优于记录仪国标标准要求。在车载终端使用加密存储卡，运行安全管理客户端，以确保车载终端上数据的安全。在服务器端，该平台通过安全认证、数字证书等手段控制移动设备的访问权限。

设备完全考虑到汽车电气特性和安全隐患，耐高温，耐腐蚀。设备电源线设计有保险，所有外接连线都采用阻燃材料和光藕隔离处理，使用安全可靠，不会由于安装本设备造成车辆安全隐患。

CA-8BGPS（BD）北斗卫星定位汽车行驶记录仪产品采用无线网络通信，采用3层传输控制协议和加密算法，响应速度快，覆盖面广，能全天候使用，保证数据的可靠性和安全性。本设计使用32位ARM芯片，拥有汽车记录仪全套功能，拥有GPRS上传下载数据功能，拥有GPS定位功能。可实时监控车辆位置，上传车辆的图像及实时事故信息，一切做到实时，以便规范司机的行为。由于事故信息可存储到后台服务器上，即使设备损坏，同样有据可查，真正做到数据不丢失。

车载终端与管理平台之间的数据传输安全，主要指数据的安全性，一般采用加密的方法。目前，标准的加密方式主要为JT/T 808-2011《道路运输车辆卫星定位系统　终端通信协议及数据格式》中的RSA加密方式和DB44/T 578-2009《卫星定位汽车行驶记录仪通用技术规范》中的异或运算加密方式。

6. 应用安全

统一车辆管理平台应用安全从防止SQL注入的入侵、身份鉴别、访问控制、防止页面爆破、安全审计、剩余信息保护、通信完整性、通信保密性、抗抵赖、输入输出验证、软件容错、资源控制与配置、代码安全、异常管理、审核和日志等方面考虑。

1）防止SQL注入的入侵

该类漏洞往往是应用程序缺少对输入数据的合法性检查引起的，攻击者把包含恶意

机线束（断主电源）——换卡——接主机线束——开备用电源。

终端和各配件用高强度双面胶粘合，并用扎带拉紧固定，安装完毕后按原样复原车上所有装饰板和物件，清理车内安装留下的杂物，清洁车辆。

5. 业务应用安全

车载终端业务应用的安全，主要需要考虑存储安全、设备遗失等具备“移动”特性的终端安全性问题，以及安全可信接入、非法终端侵入等服务端安全性问题。

业务数据库存储在加密存储卡上，对于数据库中敏感数据（如用户表中的密码等）会采用加密算法对数据值进行加密。访问移动应用服务时，客户端通过安全接入平台提供的安全可信VPN网络连接服务端，而不是直接进行访问。安全可信接入可通过硬件特征、数字证书等实现强身份认证后的可信接入，建立双向加密通道，保证数据安全传输。同时通过完善的车载终端管理制度确保终端的物理安全。

在产品设计上，车载终端数据存储器采用无限次读写的“铁电”内存，掉电后数据保存10年以上，优于记录仪国标标准要求。在车载终端使用加密存储卡，运行安全管理客户端，以确保车载终端上数据的安全。在服务器端，该平台通过安全认证、数字证书等手段控制移动设备的访问权限。

设备完全考虑到汽车电气特性和安全隐患，耐高温，耐腐蚀。设备电源线设计有保险，所有外接连线都采用阻燃材料和光藕隔离处理，使用安全可靠，不会由于安装本设备造成车辆安全隐患。

CA-8BGPS（BD）北斗卫星定位汽车行驶记录仪产品采用无线网络通信，采用3层传输控制协议和加密算法，响应速度快，覆盖面广，能全天候使用，保证数据的可靠性和安全性。本设计使用32位ARM芯片，拥有汽车记录仪全套功能，拥有GPRS上传下载数据功能，拥有GPS定位功能。可实时监控车辆位置，上传车辆的图像及实时事故信息，一切做到实时，以便规范司机的行为。由于事故信息可存储到后台服务器上，即使设备损坏，同样有据可查，真正做到数据不丢失。

车载终端与管理平台之间的数据传输安全，主要指数据的安全性，一般采用加密的方法。目前，标准的加密方式主要为JT/T 808-2011《道路运输车辆卫星定位系统 终端通信协议及数据格式》中的RSA加密方式和DB44/T 578-2009《卫星定位汽车行驶记录仪通用技术规范》中的异或运算加密方式。

6. 应用安全

统一车辆管理平台应用安全从防止SQL注入的入侵、身份鉴别、访问控制、防止页面爆破、安全审计、剩余信息保护、通信完整性、通信保密性、抗抵赖、输入输出验证、软件容错、资源控制与配置、代码安全、异常管理、审核和日志等方面考虑。

1）防止SQL注入的入侵

该类漏洞往往是应用程序缺少对输入数据的合法性检查引起的，攻击者把包含恶意

指令的数据发送给应用程序解释器，解释器便会把收到的数据直接转换成指令执行。通过SQL注入攻击可以窃取或者篡改整个数据库的信息，甚至能够获得管理员级别的访问权限。命令注入利用了Web应用脚本可与操作系统交互的特点，通过注入操作系统级API获得服务器控制权限。

2）身份鉴别

与国网统一权限管理系统进行集成，实现统一身份认证、单点登录和统一授权。开发基于服务层的权限控制措施，以组件为授权单位，根据角色、人员进行使用权限控制，并纳入统一权限集成管理。保证密码传输的安全，加入第三方的身份认证功能，保护身份验证的Cookie，同时同一用户只允许登录一个；限制密码重复使用次数，且多次错误输入时能锁定用户账户。

3）访问控制

使用基于角色的权限控制方式对系统资源的访问进行授权，根据业务角色分配权限，支持功能模块、文件、报表等细颗粒度权限控制；严格限制默认账户的访问权限；权限分离应采用最小授权原则——为完成某一任务所需的最小权限；系统支持对特权用户的权限分离，如将管理与审计赋予不同用户；具备对重要信息资源设置敏感标记的功能，并制定统一安全策略，严格控制用户访问有敏感标记的信息资源。

4）防止页面爆破

一方面通过控制业务窗口的“显示/隐藏”功能控制用户操作；另一方面通过后台业务逻辑的权限检查和数据有效性检查控制业务操作。

5）安全审计

对用户登录、用户行为、系统资源异常使用和重要系统功能的执行等进行审计；审计的日志应包括日期、类型、主体标识、客体标识、客体敏感标记、事件结果等；系统支持对审计记录进行分析，生成审计报表，并可对特定事件实时报警。

6）剩余信息保护

统一车辆管理平台相关的文件、目录和数据库记录等所使用的存储空间与其他系统所使用的存储空间进行隔离，在分配给其他系统使用前，将存储的信息进行完全清除。

7）通信完整性

统一车辆管理平台与其他应用平台之间以及两级统一车辆管理平台之间的数据通信应使用事务传输机制，在数据传输异常中断时，进行事务的回滚和重传，保证数据完整性。

8）通信保密性

统一车辆管理平台与其他平台之间的数据通信，以及两级统一车辆管理平台之间的数据通信应支持数据加密技术。在会话初始化阶段进行认证，加强会话存活时间的管理，并在通信过程中对整个会话过程进行加密。

9）抗抵赖

在协调相关功能实现时，充分考虑数据的抗抵赖，提供业务发起和业务接收时保留证据的功能。

10）输入输出验证

考虑所有的输入输出数据，确保来源可信。在服务端和客户端对其进行验证，同时规定输入输出数据的规划验证标准及步骤。

11）软件容错

提供对输入数据的有效性验证；在功能上支持回退，允许按操作序列进行回退；系统的支撑硬件和软件应具备故障状态监测和自动保护能力，在故障发生时自动保护当前所有状态并迅速恢复原来的工作状态。

12）资源控制与配置

对单个用户的并发会话数和系统同时并发会话连接数进行限制，禁止同一用户账号在同一时间内并发登录；设置登录终端的操作超时锁定和鉴别失败锁定策略；确保配置存储的安全，使用最少特权进程和服务账户，并单独分配管理特权。系统应支持对用户身份、访问地址、时间单位的细颗粒度访问控制措施。

13）代码安全

开发人员应参照编码规范书写代码，并在开发过程中对代码进行复审；在系统上线前对代码进行安全脆弱性分析和渗透性测试。

14）异常管理

采用结构化异常处理机制、通用错误信息等措施，在程序发生异常时，终止当前业务，并对当前业务进行回滚，保证业务的完整性和有效性，并在日志中记录详细的错误信息。

15）审核和日志

日志记录事件应包含审计功能的启动和关闭、应用系统的启动和停止、配置变化、访问控制信息、用户对数据的异常操作、用户操作行为等。

7. 数据安全

统一车辆管理平台数据安全从数据完整性、数据保密性、数据备份和恢复、数据安全属性分析等方面考虑，同时系统所涉及的数据包括基础业务数据分析、监测指标数据分析、安全风险分析数据。

1）数据完整性

在数据的传输、存储、处理过程中，系统使用事务传输机制对数据完整性进行保证，使用数据资源管理工具对数据完整性进行校验，在监测到完整性错误时进行告警，并采用必要的恢复措施。

2）数据保密性

系统的身份鉴别信息、敏感的系统管理数据和敏感的监测分析数据在传输、存储、处理过程中，应进行加密或使用专用的协议或安全通信协议。

3）数据备份和恢复

系统应实现异地数据级灾备，备份频度最低要求为每天一次，支持在系统数据出现异常时进行数据恢复。系统相关重要网络设备、通信链路和服务器应进行冗余设计，避免单点故障。

参考文献

[1] 吕新奎. 中国信息化[M]. 北京：电子工业出版社，2002.

[2] 潘明惠. 信息化工程原理与应用[M]. 北京：清华大学出版社，2004.

[3] （英）迈尔-舍恩伯格，（英）库克耶. 大数据时代[M]. 盛杨燕，周涛译. 杭州：浙江人民出版社，2013.

[4] 李军. 大数据[M]. 北京：清华大学出版社，2014.

[5] 王继业. 电力大数据技术及其应用[M]. 北京：中国电力出版社，2017.

[6] 潘霄. 能源电力规划工程原理与应用[M]. 北京：清华大学出版社，2017.

[7] （美）Eric D. Knapp. 工业网络安全：智能电网，SCADA和其他工业控制系统等关键基础设施的网络安全[M]. 周秦，郭冰逸，贺惠民译. 北京：国防工业出版社，2014.

[8] 应泽贵，高宗丽，潘可佳，等. 大数据在电力企业中的应用[M]. 北京：中国电力出版社，2016.

[9] 王继业. 智能电网大数据[M]. 北京：中国电力出版社，2017.

[10] 赖征田. 电力大数据：能源互联网时代的电力企业转型与价值创造[M]. 北京：机械工业出版社，2015.

[11] 高犁. 智能电网下的电力营销新型业务[M]. 北京：水利水电出版社，2014.

[12] 倪光南. 自主可控是增强网络安全的前提. 北京：央视网，2014.

[13] 高彦杰. Spark大数据处理：技术、应用与性能优化[M]. 北京：机械工业出版社，2015.

[14] 赵来红，王贻胜. 电力营销计算知识问答[M]. 北京：中国电力出版社，2013.